

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АППАРАТОСТРОЕНИЯ

Материалы
научно-практической конференции
(г. Уфа, 16-17 мая 2024 г.)



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АППАРАТОСТРОЕНИЯ

*Материалы
научно-практической конференции
(г. Уфа, 16 – 17 мая 2024 г.)*

Научное электронное издание сетевого доступа

**Уфа
РИЦ УУНиТ
2024**

УДК 621
ББК 34.7
А43

*Печатается по решению кафедры автоматизации
технологических процессов УУНиТ.
Протокол № 2 от 01.10.2024 г.*

Редакционная коллегия:

канд. хим. наук, доцент кафедры автоматизации технологических процессов
А.В. Баннова (*отв. редактор*);
старший преподаватель кафедры автоматизации технологических процессов
М.А. Лобанов;
канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации технологических процессов
И.П. Юминов

Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы научно-практической
А43 конференции (г. Уфа, 16 – 17 мая 2024 г.) / отв. ред. А.В. Баннова.
[Электронный ресурс] / Уфимск. ун-т науки и технологий. – Уфа: РИЦ
УУНиТ, 2024. – 209 с. – URL: <https://uust.ru/digital-publications/2024/151.pdf> –
Загл. с титула экрана.

ISBN 978-5-7477-5940-4

Цель конференции – обсуждение актуальных проблем и тенденций в области аппаратостроения, укрепление и развитие профессиональных связей между отечественными и зарубежными учеными, привлечение талантливой молодежи к работе над перспективными научными проектами.

Сборник предназначен для студентов, аспирантов и преподавателей. Тексты воспроизводятся с представленных авторами оригиналов.

УДК 621
ББК 34.7

ISBN 978-5-7477-5940-4

© УУНиТ, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСООЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА ПОЛИМЕРНЫХ
ОТХОДОВ

А.А. Ковалёв, О.М. Судакова..... 6

СЕКЦИЯ 2. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ, ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АППАРАТОСТРОЕНИЯ

РАЗРАБОТКА ТЕПЛООБМЕННИКА С УЛУЧШЕННОЙ
КОНФИГУРАЦИЕЙ МЕЖТРУБНЫХ ПЕРЕГОРОДОК

И.Л. Евстафьев..... 10

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУШИЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ
СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

М.М. Галинуров, М.А. Лобанов..... 14

НАСОС-ФОРСУНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С
УПРАВЛЯЮЩИМ КЛАПАНОМ КОЛЬЦЕВОГО ТИПА

Ф.З. Габдрафиков, Д.Д. Харисов..... 18

INJECTOR PUMP OF POWER PLANT WITH RING CONTROL VALVE

Ф.З. Габдрафиков, Д.Д. Харисов..... 19

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬ-
ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ С ЭЛЕКТРОННЫМ РЕГУЛЯТОРОМ
ПОЗИЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Ф.З. Габдрафиков, М.А. Аббаров..... 30

УСТРОЙСТВО ТЕПЛОЙ ПОДГОТОВКИ ДИЗЕЛЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АККУМУЛЯТОРА ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

Ф.З. Габдрафиков, Р.Д. Исламгулов..... 42

СЕКЦИЯ 3. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ
СПЛАВОВ

И.И. Шайхутдинова..... 47

СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ, МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТ-
ВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ
ПРЕДПРИЯТИЯ И ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Л.А. Кузнецов, В.А. Огородов..... 50

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ 5S В ПРОИЗВОДСТВО МЕДИЦИНСКОЙ
АППАРАТУРЫ

В.С. Ростовцев, Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева..... 53

СИСТЕМА 5S – КАК ОСНОВА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.С. Ростовцев, Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева..... 60

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ СИСТЕМЫ КАНБАН ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА
МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ

В.С. Ростовцев, Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева..... 65

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕГО УСЛУГИ	
Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Нурутдинов.....	72
КАЧЕСТВО ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАЯВОК ЦЕНТРАЛЬНЫМ СКЛАДОМ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ	
Р.М. Хакимов, Р.Н. Галиахметов, И.П. Юминов.....	77
УЛУЧШЕНИЕ РАБОТЫ СКЛАДА КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ЗА СЧЕТ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ	
Л.В. Мокеева, Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева.....	81
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СМК НА ПРЕДПРИЯТИИ	
Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева.....	86
УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ НА УЧАСТКЕ СБОРКИ/СДАЧИ ЁМКОСТНО-НАЛИВНОЙ ТЕХНИКИ МОДЕЛИ 66062 ЦЕХА № 25 ПАО «НЕФАЗ»	
Н.А. Гурьянов, Л.С. Мардиева, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов..	91
РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА УЧАСТКЕ СБОРКИ/СДАЧИ АВТОБУСОВ МОДЕЛИ 5299 ПАО «НЕФАЗ»	
Н.А. Гурьянов, Д.С. Мардиева, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов...	109
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА УЧАСТКЕ ТЕПЛОВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ЧАЯНДИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ «ГАЗПРОМНЕФТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ»	
Н.А. Гурьянов, Р.З. Шаймурзин, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов.....	119
КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	
Н.А. Гурьянов, Р.З. Шаймурзин, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов.....	134
РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ НА УЧАСТКЕ СБОРКИ/СДАЧИ АВТОБУСОВ МОДЕЛИ 5299 ПАО «НЕФАЗ»	
Н.А. Гурьянов, Д.С. Мардиева, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов...	142
СЕКЦИЯ 4. ВОПРОСЫ АНАЛИЗА, СИНТЕЗА, МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНОСФЕРЫ	
УЛУЧШЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕФТЕКАМСКОГО ЦЕХА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ФИЛИАЛА ООО «РН-ТРАНСПОРТ»	
Н.А. Гурьянов, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов.....	154
УЛУЧШЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООО «НиГМаш-СЕРВИС»	
Н.А. Гурьянов, М.К. Фазлутдинов, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов.....	161

ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЗУБА ПО ПОСТОЯННОЙ ХОРДЕ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА	
К.Ш. Хамитова, Н.А. Гурьянов, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева.....	175
ПРОТОТИП ШАГАЮЩЕГО МАРСОХОДА НА БАЗЕ AVR	
И.И. Миназов.....	184
СЕКЦИЯ 5. РАЗВИТИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ В ДОБЫЧЕ, ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ И ГАЗА	
АНТИКОРРОЗИОННАЯ ПРИСАДКА К МОТОРНЫМ ТОПЛИВАМ	
Р.Р. Авдюкова, Р.Ф. Кабиров, Р.Р. Гайнутдинова, А.И. Гарина, А.Т. Гильмутдинов, И.П. Юминов.....	188
ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ ПРИРОДНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	
И.Р. Бакиров, О.М. Судакова.....	190
СЕКЦИЯ 6. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ УДАРНЫХ ВОЛН НА СТЕПЕНЬ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ	
Р.З. Шайхитдинов, И.П. Юминов, А.А. Харунов.....	194
ДЕСТРУКЦИЯ ФЕНОЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДАРНЫХ ВОЛН	
Р.З. Шайхитдинов, И.П. Юминов, Р.А. Якшибаев, К.О. Идрисов.....	198
О ВОЗМОЖНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ПРИ ПОМОЩИ СЕЛЕКТИВНОЙ ДЕЗИНФЕКЦИИ	
А.М. Семенов, А.А. Харунов, Р.З. Шайхитдинов, Р.Р. Шахмаев.....	201
ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВОДЯНОГО МОСТИКА И ДИНАМИКА ЕГО ТЕЧЕНИЯ	
Р.Р. Шахмаев, Р.З. Шайхитдинов, И.П. Юминов.....	204
КАВИТАЦИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЭФФЕКТА ЮТКИНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ НЕФТЕХИМИИ	
Р.Н. Галиахметов, И.П. Юминов.....	207

СЕКЦИЯ 1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

УДК 66.092-977

А.А. Ковалёв

студент УУНУТ, г. Уфа

zdorov.svezh.svetel1998@gmail.com

О.М. Судакова

ст. преподаватель УУНУТ, г. Уфа

gold-gragon@inbox.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

В современных реалиях из-за медленного разложения пластика и ежегодного роста производства пластмассовых изделий проблема утилизации полимерных отходов является особенно актуальной (рис. 1).

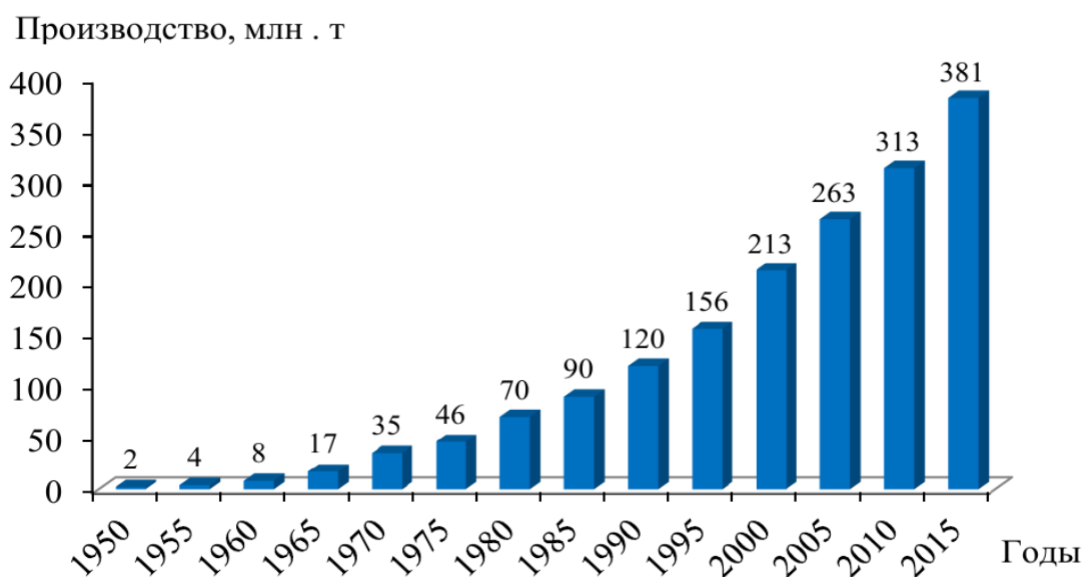


Рисунок 1 – Годовое производство полимерных материалов, 1950-2015 гг.

Общемировой объем производимых полимеров составляет более 400 млн тонн, при этом ожидается, что к 2050 году количество пластиковых отходов будет составлять около 12000 млн тонн [2].

Наиболее перспективным методом утилизации таких отходов является пиролиз – процесс термического разложения горючих органических соединений в атмосфере инертных газов. Продуктами пиролиза выступает смесь горючих газов и ряд других компонентов, состав которых зависит от природы сырья, температурного режима, давления, скорости нагрева в реакторе и времени пребывания в камере. При нагревании сырья в отсутствие кислорода сложные

органические соединения расщепляются на более простые, вплоть до образования твердого углеродного остатка [1].

Зависимости выхода продуктов пиролиза различных отходов от температуры и времени процесса проанализированы в работах Днепровской Н.И., Коновалова Н.П., Корнеева И.С., Мельниковой К.В., Родионова А.И., Федотова К.В. [3].

Модель процесса пиролиза полимерных отходов представлена на рисунке 2.

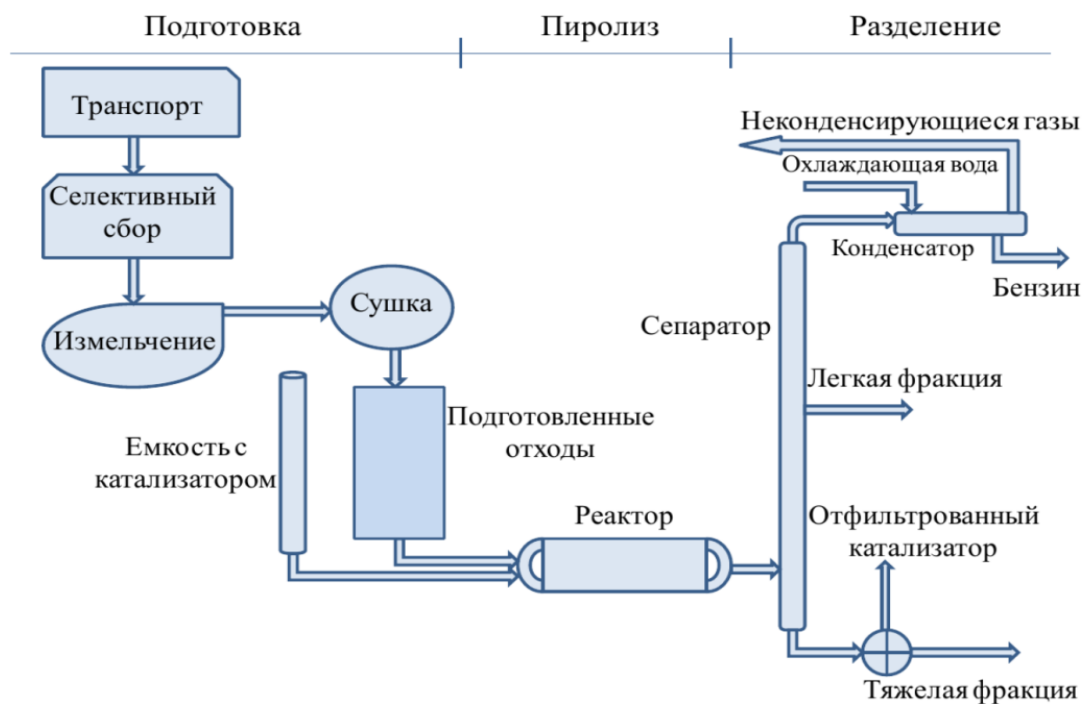


Рисунок 2 – Схема пиролиза полимерных отходов

Применяются следующие виды пиролиза:

- сухой пиролиз (без доступа кислорода) и окислительный пиролиз (при частичном сжигании отходов или в результате прямой обработки отходов горячими дымовыми газами);

- низкотемпературный пиролиз ($300-550^{\circ}\text{C}$), направленный преимущественно на получение продуктов жидкой фракции;

- среднетемпературный пиролиз ($550-800^{\circ}\text{C}$), направленный на получение продуктов всех фракций;

- высокотемпературный пиролиз (свыше 900°C), направленный на получение газообразных продуктов процесса;

- пиролиз, реализуемый в установках циклического (периодического) и непрерывного действия [4].

Пиролитические методы термической переработки полимерных отходов позволяют уменьшить количество вредных выбросов в окружающую среду, а также не требуют дорогостоящей подготовки топлива и приспособлены для переработки отходов различного состава [5].

Выделяются три направления использования пиролиза как метода утилизации полимеров:

1. Пиролиз полимеров с целью получения исходных мономеров.
2. Пиролиз полимеров с целью получения топлива.
3. Пиролиз полимеров с целью получения специфических продуктов.

При пиролизе полимеров происходят все типы химических реакций, различающихся механизмом акта химического превращения: гемолитические, гетеролитические, молекулярные и окислительно-восстановительные. Наиболее распространенными являются радикальные гемолитические реакции.

Термическая деструкция (пиролиз) как карбоцепных, так и гетероцепных органических полимеров обусловлена, как правило, радикальными реакциями отрыва, замещения, диссоциации.

В полимерах, содержащих атомы металлов переменной валентности, важную роль играют окислительно-восстановительные реакции.

При определенных условиях, реакции различных химических типов могут протекать в одном и том же полимере одновременно [6].

Главные преимущества утилизации полимеров методом пиролиза:

- отсутствие катализатора;
- простота эксплуатации и технического обслуживания;
- использование продуктов пиролиза для получения электричества;
- полный автоматический режим работы, компьютерная система управления;
- низкие выбросы в атмосферу.

Пиролиз имеет и недостатки: необходимость большого количества высококвалифицированных работников, сложность конструкции печей, дороговизна оборудования.

С помощью пиролиза можно перерабатывать составляющие отходов, трудно поддающиеся утилизации: автопокрышки, пластмасса, отработанные масла, отстойные вещества и т.д. После пиролиза не остается биологически активных веществ, поэтому подземное складирование пиролизных отходов не наносит вреда окружающей среде [7].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Амиркулов, О.А., Тошмаматов, Б.М., Рахматов, О.И., Рахматов, А.Р. Переработка отходов методом пиролиза. // *Universum: технические науки*. 2021. № 5(86). С. 59-61.

2. Ковалева, Н.Ю., Раевская, Е.Г., Роцин, А.В. Пиролиз пластиковых отходов. Обзор // *Химическая безопасность*. 2020. № 4(1). С. 48-79.

3. Гунич, С.В., Янчуковская, Е.В. Анализ процессов пиролиза отходов производства и потребления. // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2016. № 1(16). С. 86-93.

4. Пичугина, Е.В. Пиролиз, как метод переработки пластика // *Материалы XV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»*, 2023. Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2023/article/2018033937>.

5. Хасхачих, В.В., Ларина, О.М., Сычев, Г.А., Герасимов, Г.Я., Зайченко, В.М. Пиролитические методы термической переработки твердых коммунальных отходов. // Теплофизика высоких температур. 2021. Т.59. № 3. С. 467-480.

6. Халецкий, В.А., Зинович, З.К. Использование процессов пиролиза для решения проблемы утилизации полимерных отходов. Брест: БПИ, 1998. – С. 192-198.

7. Мишустин, О.А., Желтобрюхов, В.Ф., Грачева, Н.В., Хантимирова, С.Б. Обзор развития и применения технологии пиролиза для переработки отходов. // Молодой ученый. 2018. № 45(231). С. 42-45.

© Ковалёв А.А., Судакова О.М., 2024

СЕКЦИЯ 2. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ, ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АППАРАТОСТРОЕНИЯ

УДК 628.477

И.Л. Евстафьев
студент УУНУТ, г. Уфа
Ignatlvovich02@yandex.ru

РАЗРАБОТКА ТЕПЛООБМЕННИКА С УЛУЧШЕННОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ МЕЖТРУБНЫХ ПЕРЕГОРОДОК

Кожухотрубчатые теплообменники нашли свое широкое применение на различных производствах. Такие аппараты применяются в установках, синтезирующих аммиак, метанол, а также могут использоваться для экологически безопасной утилизации жидких и газообразных техногенных отходов в разных сферах промышленности. Их использование возможно для вторичной переработки тепловых продуктов работы твёрдотопливных и атомных электростанций, центрифуг, исследовательских лабораторий и реакторов. Данный тип теплообменников – это достаточно мощные агрегаты с большими скоростями движения потоков. Их плюсы заключаются в небольших габаритах по высоте, и, следовательно, удобстве в обслуживании и монтаже, зачастую многие элементы можно демонтировать без использования сложных подъёмно-транспортных устройств.

Целью проведённых работ и исследований являлась разработка нового кожухотрубчатого теплообменника, эффективность которого увеличивается за счёт улучшенной конфигурации перегородок. Данная тема является актуальной, так как экономия энергоресурсов и переработка тепловых (техногенных) отходов является первостепенной задачей на многих предприятиях. Снижение затрат на топливо за счёт улучшенной переработки отходов теплообменников является первостепенной задачей на многих предприятиях. Использование подобных аппаратов позволит снизить себестоимость и/или повысить эффективность производства, оказания услуг и т. д.

В процессе разработки были проведены исследования тепловой эффективности и гидравлических характеристик разных типов теплообменников, в том числе запатентованных (использовался патент № 2009428, рисунок 1) и экспериментальных (рисунок б), с помощью метода конечных элементов. Данный метод позволяет получить объективные данные, с помощью использования современных симуляционных технологий, работы устройства с определёнными параметрами.

В исследованиях использовались, специально спроектированные в системах трёхмерного моделирования, горизонтальные кожухотрубные теплообменники пяти типов. Разные типы аппаратов отличаются друг от друга формой перегородок и их расположением в межтрубной зоне.

Основные параметры теплообменников брались в соответствии с ГОСТ 31842-2012. В работе также были представлены описание и схематичные изображения каждого типа аппарата.

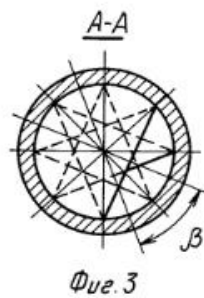
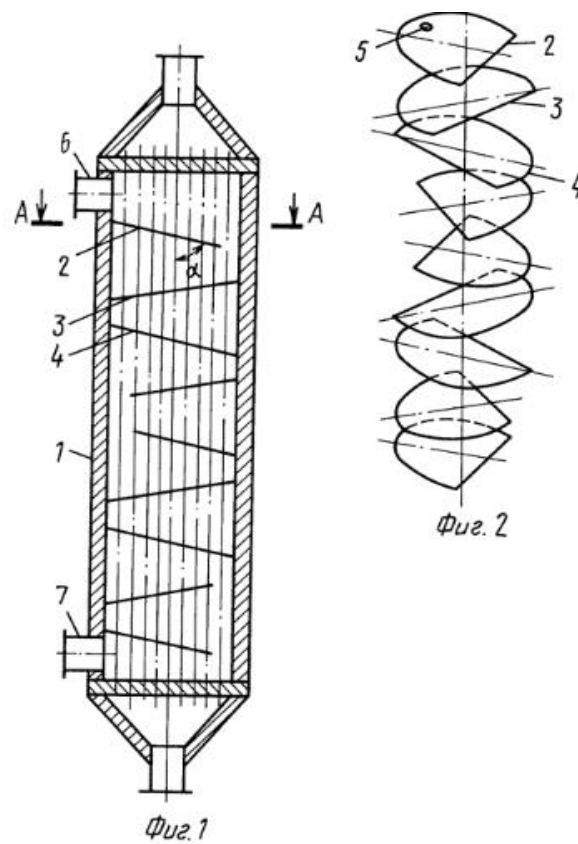


Рисунок 1 – Изображение конструктивных особенностей запатентованного теплообменника

Первый тип включает в себя стандартные прямые перегородки, расположенные, относительно оси аппарата, под прямым углом (рисунок 2).

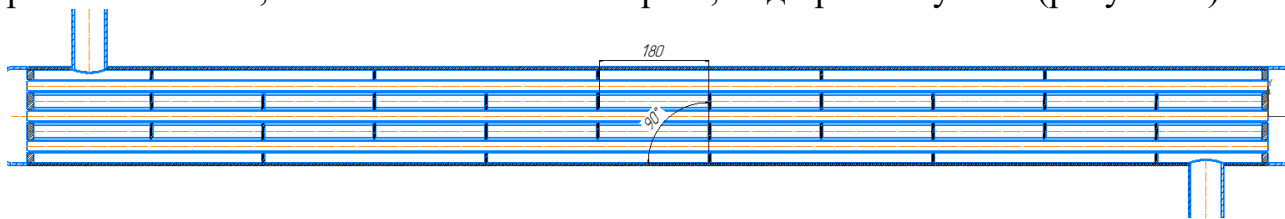


Рисунок 2 – Схематичное изображение прямых перегородок стандартного теплообменника, первого типа

Отличительной чертой второго типа является расположение перегородок с отклонением в 30 градусов от прямого угла и, соответственно, их удлинение для обработки под углом. Наклон во втором типе является постоянным и идёт в одну сторону на протяжении всего аппарата (рисунок 3).

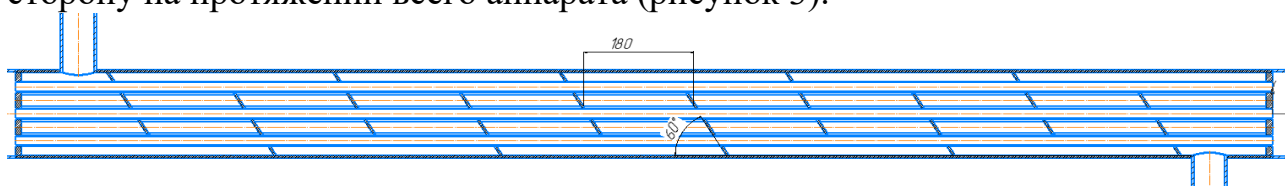


Рисунок 3 – Схематичное изображение с наклонными в одну сторону перегородками теплообменника, второго типа

Третий тип аппарата отличается от второго тем, что смежные перегородки, имеют наклон в разные стороны, при этом, предположительно, оказывают положительное влияние на скорость и интенсификацию теплообмена (рисунок 4).

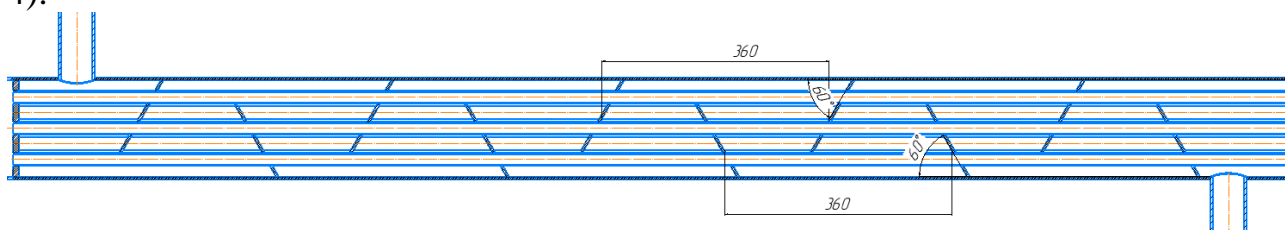


Рисунок 4 – Схематичное изображение наклонных перегородок в разные стороны разрабатываемого теплообменника, третьего типа

Четвёртый тип построен по патенту № 2009428 и заключается в создании спиралеобразного потока в межтрубной зоне. Углы наклона перегородок относительно оси и отклонениях относительно друг друга составляют 30 градусов (рисунок 5).

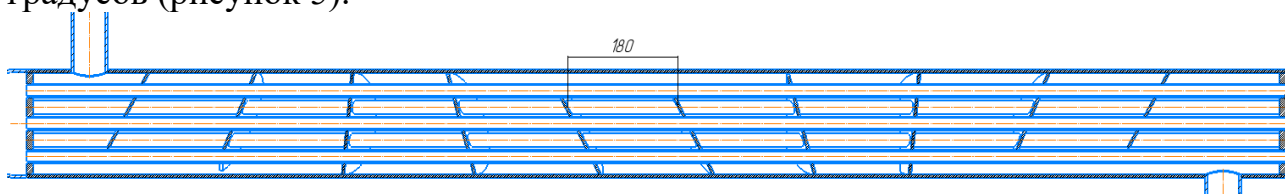


Рисунок 5 – Схематичное изображение с использованием спиралеобразно расположенных перегородок патентного теплообменника, четвёртого типа

В пятом типе аппарата используются экспериментальные перегородки, в которых часть у основания расположена под прямым углом, а с середины перегородка изгибается и идёт с отклонением в 30 градусов (рисунок 6).

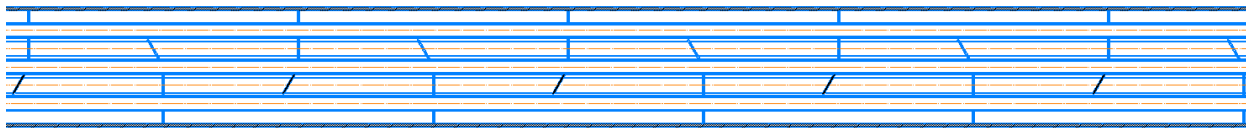


Рисунок 6 – Схематичное изображение изогнутых перегородок экспериментального теплообменника, пятого типа

В процессе симуляций каждого типа теплообменника были получены графические изображения (рисунок 7), данные с которых, после обработки, были использованы для выявления энергоэффективности аппаратов, с помощью тепловых и гидравлических расчётов.

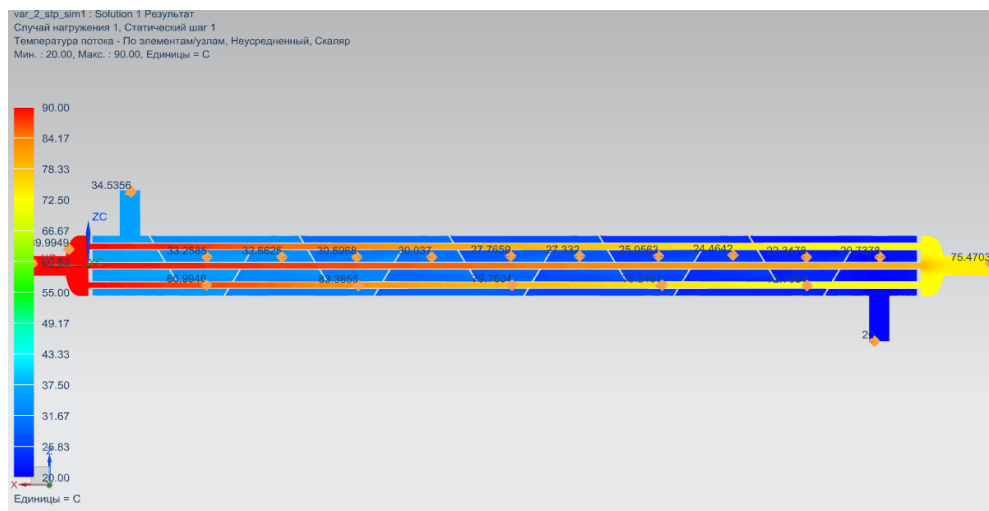


Рисунок 7 – графическое изображение результатов симуляции

На основе итоговых данных, полученных после проведения симуляций и расчётов, был определён наиболее рентабельных и интересный теплообменник. Им стал разрабатываемый теплообменник, так как увеличение прогрева (теплоэффективности) позволяет экономить на топливе или, за счёт более быстрой передачи, времени, что является важнейшими факторами в современном мире.

В статье рассказывалось о проведении разработки выгодного теплообменника, для утилизации тепловых отходов, с оптимальной конфигурацией межтрубных перегородок, положительно влияющей на тепловую эффективность аппарата. В процессе разработки также были произведены исследования с использованием современных прогрессивных систем моделирования, симуляции и обработки данных, на основе которых были получены технические показатели эффективности аппарата. Данные показатели

были использованы для обоснования рентабельности и целесообразности применения этой разработки в разных сферах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 31842-2012 Нефтяная и газовая промышленность
ТЕПЛООБМЕННИКИ КОЖУХОТРУБЧАТЫЕ Технические требования.
Введен с 1 января 2014 г. Введен впервые.
2. Каменев С.В. ОСНОВЫ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В
ИНЖЕНЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ. Учебное пособие. – Оренбург:
Оренбургский государственный университет, 2019.
3. Патент 2009428. КОЖУХОТРУБНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК. URL:
https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2009428&TypeFile=html

© Евстафьев И.Л., 2024

М.М. Галинуров
студент 1 курса УУНиТ, г. Уфа
marselkagal@gmail.com

М.А. Лобанов
ст. преп. УУНиТ, г. Уфа
lobanov@bgutmo.ru

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУШИЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Продукт востребован потребителями в области машиностроения в связи более низкими тепловыми потерями и уменьшенными затратами на ремонт аппарата. Актуальность проекта обусловлена пунктом 8 «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика» приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации (утверждены Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899) и потребностью потребителей в экономии ресурсов на эксплуатацию крупногабаритного технологического оборудования в производстве продуктов народного потребления.

Достижимый эффект: усовершенствованная конструкция несет следующие преимущества:

1) корпус, состоящий из двух цилиндрических обечаек большего и меньшего диаметра, образуют воздушную прослойку между стенками. Воздух имеет очень низкий коэффициент теплопроводности, тем самым будет заменять собой наружную теплоизоляцию, обычно состоящую из базальтовых рулонов,

фиксирующих элементов и защитных тонкостенных оцинкованных стальных листов.

2) внутренняя цилиндрическая обечайка позволяет создавать в ней отверстия для крепления перемешивающих лопаток с помощью болтового соединения, где сами болты будут размещены радиально относительно оси аппарата, тем самым обеспечивая защиту резьбы от загрязнений, т.е. гайка будет расположена с внешней стороны этой обечайки и не будет взаимодействовать с сыпучим материалом. Данное решение также исключает сварочные работы, т.к. в классической версии аппарата к внутренней поверхности корпуса привариваются уголки, к которым уже непосредственно монтируются перемешивающие лопатки с помощью болтового соединения. Также благодаря новому техническому решению упрощается демонтаж перемешивающих лопаток, т.к. гайку можно открутить от болта с внешней стороны кожуха, благодаря чему обслуживающему персоналу не придется передвигаться внутри аппарата, исключая риски травмирования.

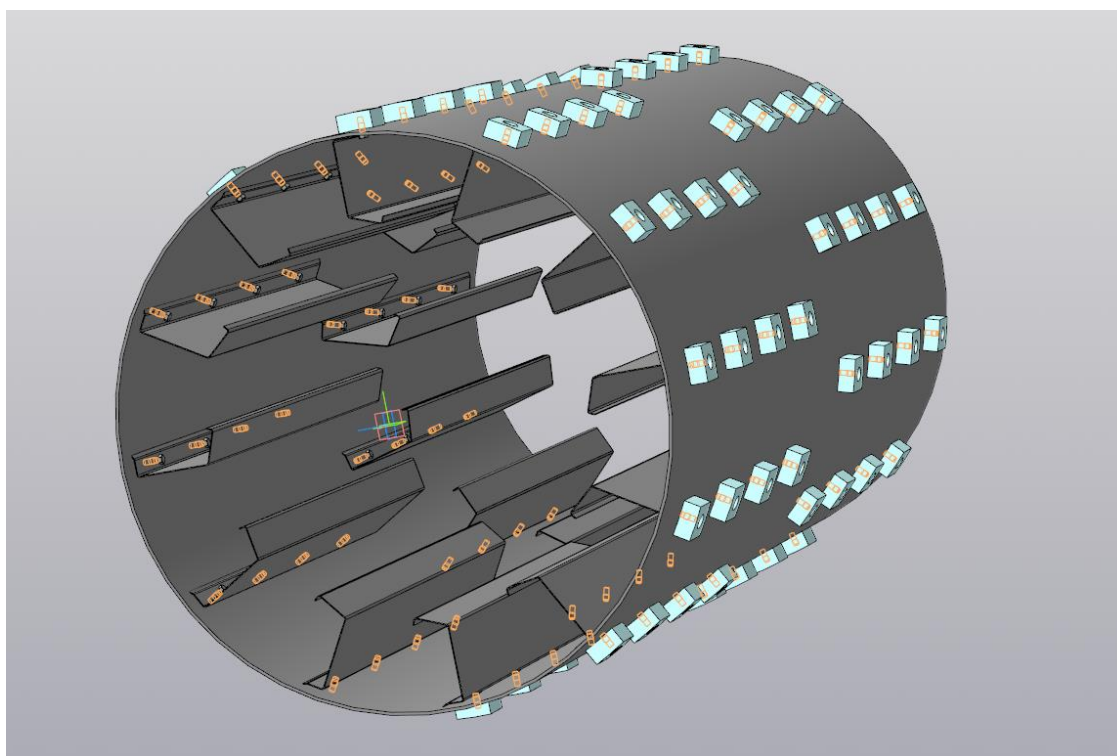


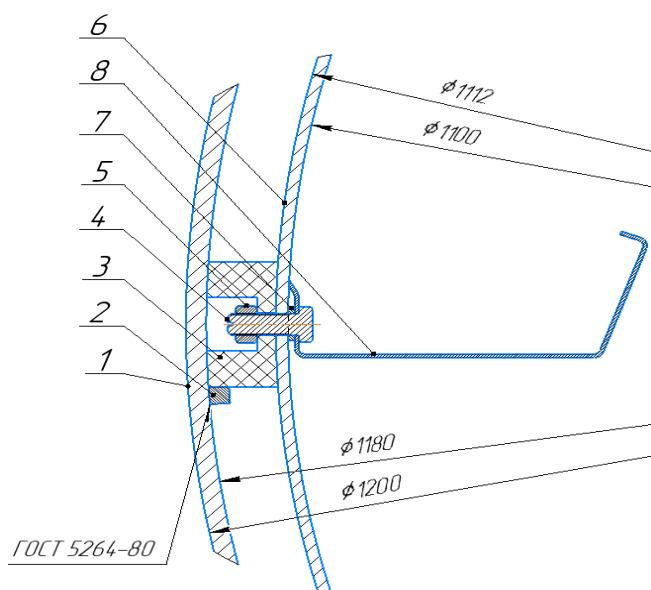
Рисунок 1 – Основа секции с установленными лопатками

Принцип работы: технический принцип работы продукта заключается в следующем: в загрузочный лоток, находящийся на одном конце аппарата, подается сыпучий материал, который требуется осушить. С противоположной стороны аппарата горелкой нагнетается горячий воздух вдоль оси аппарата. Одновременное с этим электродвигатель с помощью редуктора приводит в движение цилиндрический корпус аппарата. Сыпучий материал внутри корпуса проталкивается наклонными лопатками. При вращении корпуса прямые лопатки перемешивают сыпучий материал для более эффективного орошения горячим воздухом. Осушенный сыпучий материал выходит из загрузочного лотка.

Учитывая, что внутри циркулирует горячий воздух корпус аппарата, должен нагреваться, как это происходит в классической версии. Но благодаря двойной цилиндрической стенке потери тепла будут незначительными, так как рассеивание тепла препятствует воздушной прослойке.

Сравнительные аналоги: проектируемый сушильный аппарат имеет следующие преимущества:

- 1) сниженные тепловые потери без потребности дополнительной наружной тепловой изоляции, что позволяет потребителям экономить на приобретении изоляционного материала, его крепежных элементов и защитного покрытия в виде стальных тонкостенных листов или аналогов;
- 2) снижение тепловых потерь уменьшит объемы затрачиваемого топлива на работу горелки, из которой подается горячий воздух на прогрев и осушку сыпучих материалов;
- 3) другой способ крепления перемешивающих лопаток позволит упростить и удешевить ремонтные работы, направленные на демонтаж и замену изношенных лопаток, т.к. крепежные элементы, которые присоединяют лопатки к внутренней цилиндрической поверхности корпуса не подвержены загрязнению и могут демонтироваться с наружной поверхности корпуса.



К внешнему корпусу (1) со сварной полосой (2) устанавливается вплотную опорный куб (3), который приводит в движение внутреннюю секцию (6), на которой с помощью болта (4) и гайки (5) устанавливается лопасть (8) с фиксатором в виде клина (7).

Рисунок 2 – Схема крепления лопатки после модернизации

План реализации проекта:

- 1) планирование эксперимента;
- 2) разработка рабочей конструкторской документации;
- 3) разработка технологической документации;
- 4) аренда производственного помещения;
- 5) набор рабочих;

- 6) изготовление малогабаритного прототипа классической версии сушильного аппарата;
- 7) изготовление малогабаритного прототипа усовершенствованной версии сушильного аппарата (продукта проекта);
- 8) проведение эксперимента по оценке тепловой эффективности прототипов;
- 9) экономические расчеты;
- 10) обработка экспериментальных данных и публикация в научных изданиях;
- 11) разработка патента;

План продвижения проекта:

- 1) продажа прав на интеллектуальную собственность промышленным предприятиям;
- 2) информационное сопровождение и содействие машиностроительным, и предприятиям в изготовлении усовершенствованного продукта;
- 3) выполнение работ по дальнейшей модернизации продукта проекта;
- 4) оказывание услуг машиностроительными, предприятиям по проектированию усовершенствованного аппарата.

Было проведено усовершенствование сушильного барабана сыпучих материалов, с целью устранения таких недостатков, как теплопотери, трудоемкость в ремонте, а также экономии ресурсов.

Выполнены следующие задачи:

- Изучена конструкция существующего сушильного аппарата хлорида натрия;
- Разработана и улучшена конструкция для уменьшения тепловых потерь;
- Была улучшена конструкция для упрощения ремонта и монтажа путем внедрения сменных секций и альтернативного способа крепления перемешивающих лопаток;
- Проведены тепловые расчёты;
- Были разработаны чертежи для модернизируемых деталей и узлов аппарата.

Приведённые способы изготовления деталей, которые показывают облегчение изготовления и ремонтпригодности, а также экономические расчёты окупаемости и затрат.

ЛИТЕРАТУРА:

- 1) Барабанные сушилки: назначение, принцип действия [электронный ресурс] URL: <https://goo.su/zF7B> (дата обращения 05.05.24)
- 2) Сушильное оборудование [электронный ресурс] URL: <https://goo.su/zF7B> (дата обращения 05.05.24)
- 3) Барабанная сушилка для щепы, песка и сыпучих материалов промышленный сушильный барабан [электронный ресурс] URL: <https://goo.su/w1vM> (дата обращения 05.05.24)

© Лобанов М.А., Галинуров М.М., 2024

НАСОС-ФОРСУНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С УПРАВЛЯЮЩИМ КЛАПАНОМ КОЛЬЦЕВОГО ТИПА

Ф.З. Габдрафиков

*Башкирский государственный аграрный университет,
Уфа, Россия; gabdraфикov@mail.ru;
<http://orcid.org/0000-0002-9460-5697>*

Д.Д. Харисов

*Башкирский государственный аграрный университет,
Уфа, Россия; kharisov777@mail.ru;
<http://orcid.org/0009-0009-5648-5135>*

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения технических и экономических показателей работы энергетических установок тракторов и комбайнов с учетом реальных условий эксплуатации. Одним из направлений повышения показателей работы дизельных энергоустановок является увеличение давления и интенсивности впрыскивания топлива в их камеру сгорания. Высокие давления впрыскивания обеспечивают системы топливоподачи с насос-форсунками. В таких системах насосный плунжер и топливная форсунка смонтированы в одном узле, что положительно сказывается на характеристиках впрыска и ресурсе распылителя. Широкое применение получили насос-форсунки HEUI, позволяющие достичь экономичную работу дизельных двигателей, но имеющие и недостатки, связанные прежде всего инерционностью управляющего клапана. Целью исследования является усовершенствование управляющего клапана насос-форсунки HEUI для повышения его быстродействия путем внедрения упругого разрезного кольца. Скорость движения и надежность работы управляющего кольцевого клапана зависят от перемещения кольца h в зоне уплотнения канала подвода рабочей жидкости (масла) и герметичности перекрытия скользящей кромкой кольца сливного канала при перемещении на величину $\pi \cdot h$. Перемещение кольца определяется конструктивными размерами разрезного кольца и диаметром внутренней поверхности корпуса клапана управления. Получено математическое выражение, на основе разработанной модели функционирования управляющего кольцевого клапана, позволившее установить оптимальные параметры кольца для обеспечения быстродействия управления впрыскиванием топлива насос-форсункой. Обоснованы параметры электромагнита клапана управления. Проведенные на насос-форсунке HEUI исследования с усовершенствованным управляющим клапаном показали, что повышается быстродействие управления топливоподачей за счет нового технического эффекта механического мультипликатора (благодаря конструкции кольца, свободная кромка которого в π раз быстрее перемещается чем его ход).

Ключевые слова: насос-форсунка, кольцевой управляющий клапан, электронное управление, математическая модель, ход клапана.

Цитирование. Габдрафиков Ф.З., Харисов Д.Д. Насос-форсунка энергетической установки с кольцевым управляющим клапаном // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.

INJECTOR PUMP OF POWER PLANT WITH RING CONTROL VALVE

Fanil Z. Gabdrafikov¹, Denis D. Kharisov²

¹ Bashkir State Agrarian University, 50-letiya Oktyabrya St. 34, Ufa, 450001, Russia; gabdrafikov@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-9460-5697>

² Bashkir State Agrarian University, 50-letiya Oktyabrya St. 34, Ufa, 450001, Russia; kharisov777@mail.ru; <http://orcid.org/0009-0009-5648-5135>

Abstract. The relevance of the study is due to the need to improve the technical and economic performance of power plants of tractors and combines, taking into account real operating conditions. One of the ways to improve the performance of power plants is to increase the pressure and intensity of fuel injection into the combustion chamber. High injection pressures are provided by fuel supply systems with pump injectors. In such systems, the pump plunger and fuel injector are mounted in one unit, which has a positive effect on the injection characteristics and the life of the atomizer. HEUI pump injectors are widely used, allowing for economical operation of diesel engines, but also having disadvantages associated primarily with the inertia of the control valve. The purpose of the study is to improve the control valve of the HEUI unit injector by introducing an elastic split ring. The speed of movement and reliability of operation of the control ring valve depend on the movement of the ring h in the sealing zone of the channel for supplying the working fluid (oil) and the tightness of the overlap of the sliding edge of the drain channel ring when moving by an amount $\pi \cdot h$. The movement of the ring is determined by the design dimensions of the split ring and the diameter of the inner surface of the control valve body. A mathematical expression was obtained based on the developed model of the functioning of the control ring valve, which made it possible to establish the optimal parameters of the ring to ensure the speed of control of fuel injection by the pump injector. The parameters of the control valve solenoid are justified. Studies carried out on the HEUI unit injector with an improved control valve showed that the speed of fuel supply control increases due to the new technical effect of a mechanical multiplier (due to the design of the ring, the free edge of which moves π times faster than its stroke).

Keywords: pump-injector, ring control valve, electronic control, mathematical model, valve stroke.

Citation. Gabdrafikov F.Z. and Kharisov D.D. (2024), "Injector pump of power plant with ring control valve", *Izvestiya of Saint-Petersburg State Agrarian University*.

Введение. Для получения в реальных условиях эксплуатации у тракторов и комбайнов высоких технических и экономических показателей необходимо, среди прочих, обеспечение в большом диапазоне нагрузок высокой интенсивности и давления впрыскивания топлива в камеру сгорания энергетической установки.

Этой проблемой занимаются многие отечественные и зарубежные ученые и известные фирмы производители топливной аппаратуры. В научной работе D. Qain (2016) предлагается повышать давление впрыска топлива в дизельных двигателях совершенствованием газораспределительного механизма и клапана. В исследованиях Тао Qiu (2015) задача решается путем оптимизации кулачка. В исследовании F.Z. Gabdrafikov (2012) повышение давления впрыска осуществляется за счет изменения закона движения толкателя совершенствованием кулачка.

Метод форсированного впрыска топлива для малолитражных дизелей предлагается исследователем Е.А. Salykin (2017). В работе Miloljub S. (2017) разработана математическая модель процесса впрыска топлива и выявлены основные параметры, влияющие на него.

В работах L.V. Grehov (2011) представлены результаты разработки систем топливоподачи аккумуляторного типа с электронным управлением, способных работать при высоких давлениях.

Высокие давления впрыска топлива (до 140 МПа) обеспечивают новые системы топливоподачи с насос-форсунками, разработкой которых занимаются фирмы Bosch, Denso, Delphi, Cummin, Zexel и др.

В таких системах насосный плунжер и топливная форсунка смонтированы в одном узле. Отсутствие отдельного топливопровода способствует улучшению процесса топливоподачи благодаря уменьшению объема сжимаемого топлива, четкой отсечки подачи и отсутствия последующих его подвпрысков, уменьшения количества деталей топливной системы и увеличения ресурса распылителя.

Для управления процессом подачи топлива в современных насос-форсунках стали применяться быстродействующие электромагнитные клапаны с электронным управлением, которые обеспечивают своевременное начало и окончание впрыска топлива, закон и количество подачи топлива в зависимости от нагрузки на двигатель и частоты вращения коленчатого вала.

По данным фирмы Cummins и ряда других исследований наиболее перспективным является насос-форсунки дизеля с электронным управлением гидроприводом плунжера (Hydraulically actuated Electronically controlled Unit Injection – HEUI).

Система HEUI позволяет достичь экономичной работы дизеля, но имеет и недостаток, связанный с низкой надежностью в условиях эксплуатации в сельском хозяйстве из-за инерционности управляющего клапана. Фирма Caterpillar отмечает и ограниченность насос-форсунок HEUI по цикловой подаче.

Над совершенствованием системы топливоподачи с насос-форсункой HEUI работали Edwards G. Maines и Elan R. Stockner (1998), Xuan-Thien Tran (2003),

Coldren D., Schuricht S., Smith R. (2003), Song Jun (2008), Zhu X. (2016), Edwin Puente (2018), Gudiño L. (2018) и др.

Целью исследования является усовершенствование клапана управления насос-форсунки HEUI для получения быстрого действия управлением впрыскивания топлива с разработкой конструкции и математическим описанием его работы.

Материалы, методы и объекты исследования.

Для реализации вышеуказанной цели мы провели совершенствование конструкции управляющего клапанного узла насос-форсунки дизельной энергетической, путем внедрения упругого разрезного кольца. При электронном управлении сигналами от датчиков создается напряжение на обмотках электромагнита 3 и появляется, как следствие, магнитная сила, притягивающая кольцо 2. Тогда канал А и надпоршневая полость В соединяются. Кромка кольца 2 перемещаясь на величину πh и перекрывает при этом канал слива С (рисунок 1). Управляющая жидкость (масло), поступающая по каналу А под давлением перемещает поршень 5 и плунжер 6 вниз и сжимает топливо в подигольной полости. Осуществляется впрыскивание топлива в камеру сгорания.

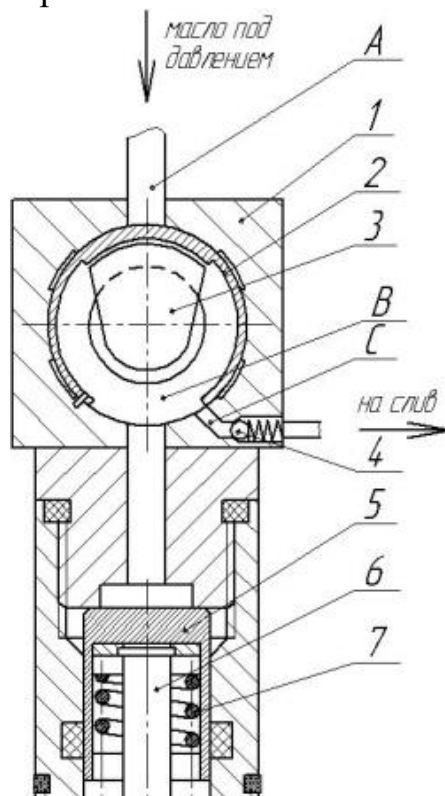


Рисунок 1. Насос-форсунка с электронно-управляемым разрезным кольцом: 1 – корпус; 2 – клапан; 3 – электромагнит; 4 – клапан для слива масла; 5 – поршень; 6 – плунжер; 7 – пружина; А – канал для подачи масла; В – полость; С – канал слива масла

Picture 1. Injector pump with electronically controlled split ring

Впрыск топлива прекращается отключением напряжения на концах обмотки электромагнита 3. При этом разрезное кольцо 2 за счет своей упругости прижимается к поверхности корпуса клапана и перекрывает канал А. Полость В соединяется со сливным каналом С и давление управляющей жидкости (масла) в полости В падает. Пружина 7 возвращает нагнетательный поршень 5 и плунжер 6 в исходное положение.

Скорость движения и надежность работы управляющего кольцевого клапана зависят от перемещения кольца h в зоне уплотнения канала А (рисунок 1) и герметичности перекрытия скользящей кромкой кольца сливного канала С при перемещении на величину $\pi \cdot h$. В свою очередь указанные параметры определяются конструктивными размерами разрезного кольца и диаметром внутренней поверхности корпуса клапана управления.

Для получения оптимальных размеров кольцевого клапана, обеспечивающих наиболее высокий подъем, была разработана математическая модель с учетом баланса сил, влияющих на него

$$P_1 + P_2 = p_{рад} \cdot D \cdot b, \quad (1)$$

где $p_{рад}$ – давление радиальное от разрезного кольца на корпуса, Па;

D, b – диаметр и ширина разрезного кольца, мм;

P_1 – сила давления от жидкости статическое, Н;

P_2 – сила гидродинамическая (от потока жидкости), Н.

После получения выражений для определения сил, действующих на клапан и используя уравнения Навье-Стокса для движения жидкости и неразрывности потока, ряда математических преобразований и обоснований, было получено выражение для определения хода кольца [1]:

$$h = \sqrt[3]{\frac{3\mu Q \left(b^2 + 2d_k^2 \ln \frac{b}{d_k} \right)}{4k\sigma}}. \quad (2)$$

где Q – расход управляющей жидкости, м³/с;

μ – вязкость динамическая, Па·с.

d_k – диаметр канала для подвода управляющей жидкости, мм;

k – жесткость кольца, Н/мм;

σ – конструктивная разница диаметра разрезного кольца и его корпуса, мм.

Если выразить жесткость кольца k из соотношения баланса сил, то получим

$$k\sigma = p_{рад} b D. \quad (3)$$

После постановки выражения для определения $p_{рад}$ в уравнение (3) получим

$$k = \frac{2Et^3 b}{3D^3}, \quad (4)$$

где E – модуль упругости материала кольца, кН/м²;

t – толщина поперечного сечения кольца в рабочей зоне, мм;

С учетом выражений (2) и (4) получаем уравнение хода кольца:

$$h = \frac{D}{2t} \sqrt[3]{\frac{9\mu Q \left(b + 2 \frac{d_k^2}{b} \ln \frac{b}{d_k} \right)}{\sigma E}}. \quad (5)$$

Как видно, на величину хода оказывает влияние конструктивные размеры: D – диаметр кольца, b – ширина кольца, d_k – диаметр канала подвода жидкости, k – жесткость кольца, Q – расход жидкости.

По уравнению (5) были проведены теоретические исследования по выявлению оптимального размера клапана. Были приняты величины влияющие на жесткость кольца k – это наружный диаметр D , ширина b и толщина t кольца клапана, а также диаметр канала подвода жидкости d_k . Граничные условия задаваемых размеров зависели от габаритного размера насос-форсунки.

Определение мощности электромагнита во внутриклапанной полости, было осуществлено по силам, действующий со стороны разрезного кольца. Такими силами являются силы упругости $F_{упр}$ кольца, трения покоя и скольжения его о поверхность корпуса $F_{тр}$, а также силы давления масла $F_{дм}$ в канале А и во внутриклапанной полости В(рисунок2). Незначительными силами гидравлического и магнитного залипания кольца о поверхность корпуса и электромагнита, и силой инерции решено пренебречь.

Противодействующие силы определяются текущим значением хода (h) кольца и могут быть описаны системой уравнений

$$n = \begin{cases} F_{ом} = P_2 \cdot L_1 \cdot b - P_1 \cdot \frac{\pi \cdot d_o^2}{4}, \\ F_{мп} = \begin{cases} 0,708 \cdot E \cdot \xi_0 \cdot \frac{\lambda \cdot L_2 \cdot b \cdot t^3}{(D-t)^3}, \\ 0,708 \cdot E \cdot \xi \cdot \frac{\lambda \cdot L_2 \cdot b \cdot t^3}{(D-t)^3}, \end{cases} \\ F_{упр} = 1,417 \cdot E \cdot \frac{t^3 \cdot b \cdot (\sigma + h)}{(D-t)^3}. \end{cases} \quad (6)$$

где P_1 – давление со стороны канала подвода жидкости (А), Па;

P_2 – давление жидкости в полости клапана В, Па;

L_1 – размер зоны уплотнения подающего канала А, мм;

L_2 – размер зоны уплотнения сливного канала С, мм;

λ – центральный угол зазора кольца, рад (рисунок 2);

E – модуль упругости кольца, кН/м²;

ξ_0 и ξ – коэффициенты трения при покое и скольжении;

σ и h – предварительный затяг (дополнительное сжатие кольца при посадке его в корпус) и величина хода кольца, мм.

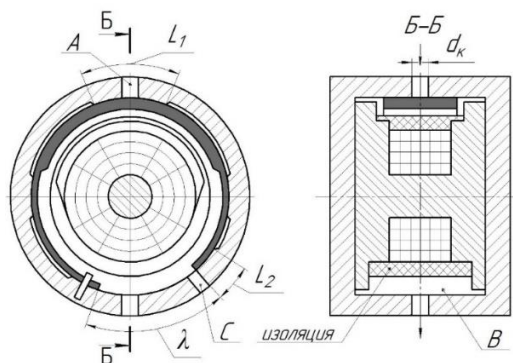


Рисунок 2. Схема электронно-управляемого кольцевого клапана: С и А – каналы сливной и топливоподводящий; В – внутриклапанная полость; λ – центральный угол зазора кольца; L_1 и L_2 – размеры зон уплотнения подающего и сливного каналов

Picture 2. Electronically controlled ring valve circuit

С использованием системы уравнений (6) была рассчитана противодействующая электромагниту сила в случае $\xi_0=0,12$; $\xi =0,10$; $\sigma =0,15$ мм, $\lambda=0,655$ рад; $L_1=6$ мм, $L_2=4$ мм, $E=210$ кН/м², при зазоре между кольцом и сердечником 0,4 мм. Остаточное давление жидкости во внутриклапанной полости $P_2=0,2$ МПа, давление в канале А принималось равным нулю.

Расчеты показали о существенном влиянии на силу диаметра D и толщины t кольца. Принимая из расчетных данных диаметр $D=20$ мм, ширину $b=10$ мм, выполнили расчеты при различных толщинах и положениях кольца (рисунок 3).

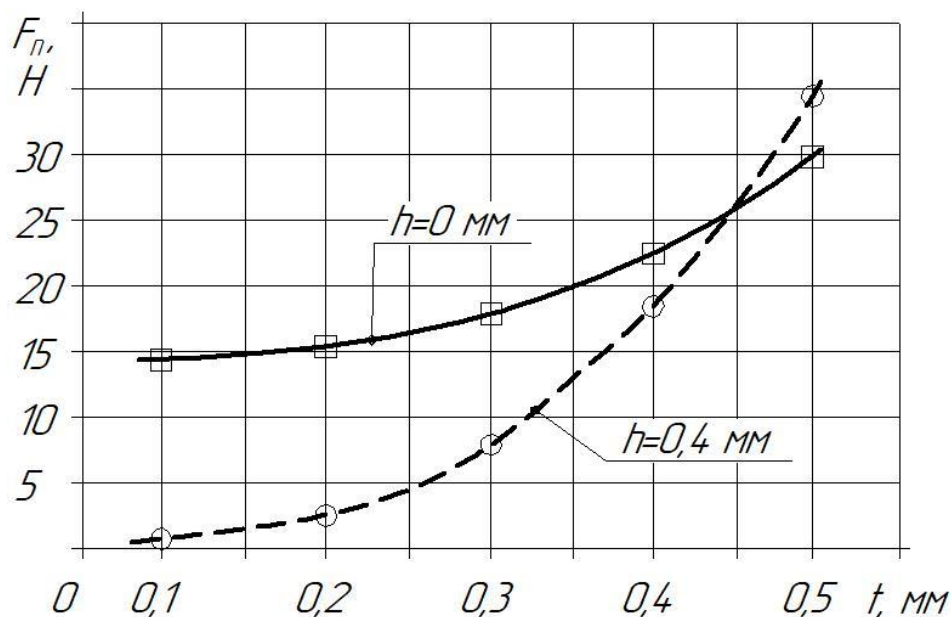


Рисунок 3. Зависимость противодействующей электромагниту силы от толщины кольца
 Picture 3. Dependence of the force opposing the electromagnet on the thickness of the ring

Как видно, противодействующая сила при $h=0$ мм (кольцо прижато к корпусу) оказывается большей и возрастает с увеличением толщины кольца (возрастает упругость и жесткость кольца). Так, при $h=0,4$ мм (кольцо прижато к электромагниту) сила противодействующая без учета силы давления топлива оказывается значительно меньше при толщине кольца до 0,45 мм.

Результаты исследования. На рисунке 4 приведены результаты расчетных и экспериментальных исследований. Они показали высокую сходимость данных.

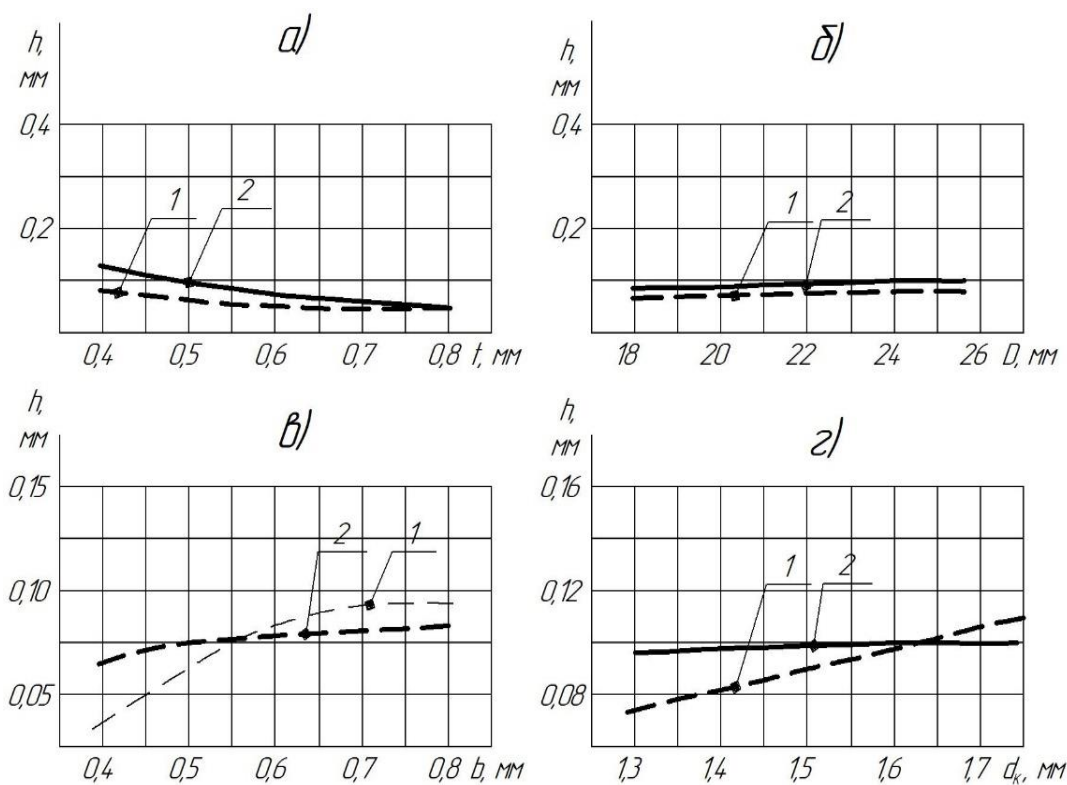


Рисунок 4. Экспериментальные 1 и расчетные 2 зависимости хода кольца: от толщины (а), диаметра (б), ширины (в) и диаметра подводящего канала (г).

Picture 4. Experimental 1 and calculated 2 dependences of the ring stroke

Наилучший результат хода клапана (0,14 мм) при работе от давления жидкости был получен при кольце диаметре 20 мм, ширины 10 мм, толщины 0,4 мм и диаметра канала 3 мм.

При электронном управлении надежность работы электромагнита, обеспечивается превышением силы его притяжения над противодействующими силами.

Для определения оптимальных параметров электромагнита были проведены расчеты с использованием программы моделирования электромагнитных задач – ELCUT. Расчетами решалась осесимметричная задача модели магнитного нестационарного поля в декартовых координатах при зазоре 0,4 мм между якорем (кольцом) и сердечником электромагнита (электрическая схема для расчетов приведена на рисунке 5, где $U1$ – источник питания постоянного тока).

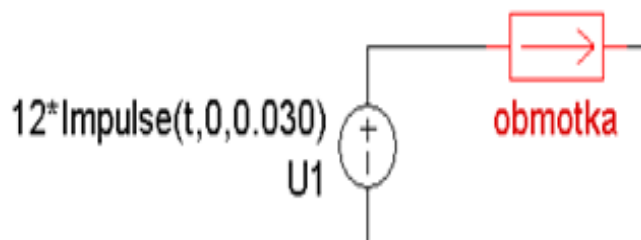


Рисунок 5. Расчетная электрическая схема

Picture 5. Electrical design diagram

При решении данной задачи выполнена серия расчетов с импульсами напряжения на обмотке электромагнита в диапазоне 6-48 В длительностью 30 мс

при различной толщине кольца и постоянных значениях его диаметра и ширины: $D=20$ мм, $b=10$ мм. Расчеты показали, что выполнение обмотки поперечным сечением провода $0,312$ мм² и при 100 витках является оптимальным для получения максимальной силы притяжения.

Результаты программного расчета и экспериментального определения силы притяжения электромагнита при указанных выше условиях показаны на рисунке 6.

С увеличением напряжения U и толщины кольца сила притяжения возрастала, что связано с увеличением электромагнитной индукции и площади сечения кольца. Падение влияния увеличивающегося напряжения на полученную силу электромагнита – это следствие насыщения магнитным потоком кольца.

Экспериментальные значения оказались меньше расчетных на 8-9%. Это связано с влиянием жесткости кольца на силу притяжения, что не учитывалось в программном расчете.

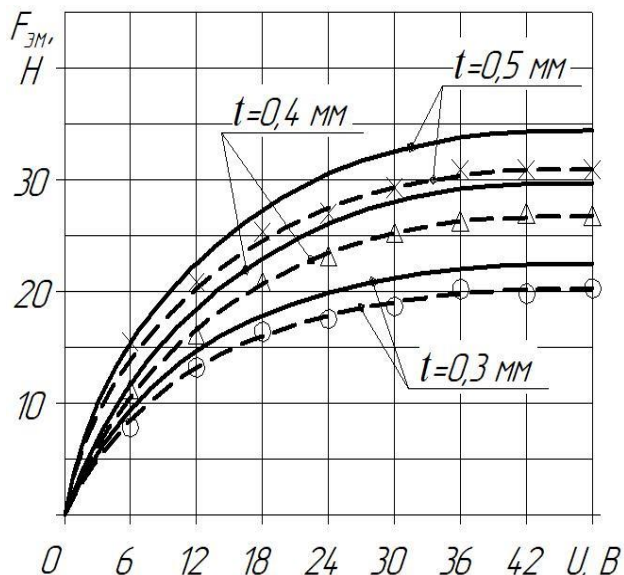


Рисунок 6. Зависимости силы притяжения электромагнита от напряжения U на обмотке и толщины кольца: расчетные (сплошные линии) и экспериментальные (штриховые линии с точками)

Picture 6. Dependence of the attractive force of the electromagnet on the voltage U on the winding and the thickness of the ring

В целом расчетные и экспериментальные зависимости показали хорошую сходимость при указанных допущениях. Оптимальными размерами кольца с учетом конструктивных соображения, а также расчетных и экспериментальных данных являются $D=20$ мм, $b=10$ мм, $t=0,4$ мм. Такие параметры будут обеспечивать заданное значения перемещения $\pi \cdot h$ скользящей кромки кольца, необходимую для перекрытия сливного канала, а также надежные условия работы электромагнита с превышением его силы притяжения над противодействующими силами.

Совершенствование насос-форсунки путем изменения клапана управления на разрезное упругое кольцо с электромагнитным приводом позволило получить технический эффект механического мультипликатора (управляющая кромка в π

раз раньше перекрывает канал слива, тем самым снижая время срабатывания клапана). Кольцо функционирует и как пружина, одновременно упрощая тем самым конструкцию насос-форсунки.

Выводы. Применение упругого разрезного кольца как управляющего клапана позволяет существенно упростить функционирование насос-форсунки типа HEUI с получением нового технического эффекта механического мультипликатора, позволяющее увеличить скорость управляющего воздействия.

Разработаны математическая модель работы и конструкция разрезного упругого кольца управляющего клапана. Получены расчетные и экспериментальные зависимости работы электромагнита для обеспечения надежности его работы. Выявлены оптимальные размеры управляющего кольцевого клапана.

Список источников литературы

1. Габдрафиков Ф.З. Топливоподающая система непосредственного действия с электронно-управляемым кольцевым клапаном // Ф.З. Габдрафиков, Д.Д. Харисов, И.Г. Галиев / Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1 (65). С. 38-44.
2. Хусаинов Р.К. Обоснование оптимального уровня эксплуатации тракторов в аграрном производстве // Р.К. Хусаинов, И.Г. Галиев, Ф.З. Габдрафиков, Д.Н. Мухаметзянов, Ф.Ф. Яруллин / Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 4-2 (56). С. 91-95.
3. Gabdrafiqov F.Z., Kharisov D.D., Galiev I.G., Khusainov R.K. Modernization of the fuel supply system in the internal combustion engine by electronic control of the ring valve // В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources". Volume 52. Kazan, 2022. С. 00028.
4. Markov V., Sa B., Grekhov L., Neverov V., Devyanin S., Zhao J. Numerical analysis of injection and spray characteristics of diesel fuel and rapeseed oil in a diesel engine // Case Studies in Thermal Engineering. 2022. Т. 35. С. 102129.
5. Zhao J., Grekhov L., Denisov A., Onishchenko D. Operation-related features of diesel fuel injection systems at pressures up to 400 MPa // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6. Сер. "6th International Conference on Energy Engineering and Environmental Protection" 2022. С. 012058.
6. Zhao J., Grekhov L., Onishchenko D., Gabitov I. Methods for calculating fuel heating in electrically controlled injectors of common rail diesel systems // Fuel. 2021. Т. 305. С. 121526.
7. Zhao J., Grekhov L., Onishchenko D., Gabitov I. Methods for calculating fuel heating in electrically controlled injectors of common rail diesel systems // Fuel. 2021. Т. 305. С. 121526.
8. Dexing Qian, Ridong Liao, Jianhua Xiang, Baigang Sun and Shangyong Wang. Fluid-Structure Interaction Analysis on the Performance of the High-Pressure Fuel

- Pump for Diesel Engines // ASME 2016 International Mechanical Engineering Congress and Exposition. Phoenix, Arizona, USA, 2016.
9. Qiu, Tao & Dai, Hefei & Lei, Yan & Cao, Chunlei & Li, Xuchu. Optimising the cam profile of an electronic unit pump for a heavy-duty diesel engine // Energy, Elsevier, vol. 83(C), pages 276-283.
 10. Miloljub S. Štavljanin. Mathematical modeling and identification of the mathematical model parameters of diesel fuel injection systems // pp. 421-441. VOJNOTEHNIČKI GLASNIK / MILITARY TECHNICAL COURIER, 2017. Vol. 65, Issue 2.
 11. Salykin E.A, Lipilin V.I., Skorobogatov A.A. Method of Fuel Injection in Small Diesel Engines // Procedia Engineering, Volume 206, 2017, Pages 1552-1557.
 12. Zhu, X., Limbu, S., Cung, K., De Ojeda, W. et al. HEUI Injector Modeling and ROI Experiments for High Injection Pressure of Diesel and Dimethyl Ether (DME). // SAE Technical Paper 2016-01-0855, 2016, <https://doi.org/10.4271/2016-01-0855>.
 13. Wenfu Sun and Xiaoqin Mo. Simulation of Solenoid Valve Characteristics of Electronically Controlled Fuel System for Diesel Engine. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 381 (2018) 012065.
 14. Gudiño, L., Santiago, O., Yandun, V. and Ramiro, E. Modelación y simulación de los inyectores HEUI de un motor Cat C7. // Modelación Y Simulación; Inyectores Heui De Un Motor Cat C7, 2018.
 15. Puente, E. Analisis Y Diagnostico Del Sistema De Cotrol Electronico De Inyeccion De Combustible Diesel HEUI CAT-3126 // INNOVA Research Journal, Vol.3, pp.145-150, 2018.

References

1. Gabdrafikov F.Z. (2022) Toplivopodayushchaya sistema neposredstvennogo deystviya s elektronno-upravlyayemym koltsevym klapanom // F.Z. Gabdrafikov. D.D. Kharisov. I.G. Galiyev / Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. T. 17. № 1 (65). S. 38-44.
2. Khusainov R.K. (2019) Obosnovaniye optimalnogo urovnya ekspluatatsii traktorov v agrarnom proizvodstve // R.K. Khusainov. I.G. Galiyev. F.Z. Gabdrafikov. D.N. Mukhametzyanov. F.F. Yarullin / Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. T. 14. № 4-2 (56). S. 91-95.
3. Gabdrafikov F.Z., Kharisov D.D., Galiev I.G., Khusainov R.K. (2022) Modernization of the fuel supply system in the internal combustion engine by electronic control of the ring valve // В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52. Kazan, 2022. С. 00028.
4. Markov V., Sa B., Grekhov L., Neverov V., Devyanin S., Zhao J. (2022) Numerical analysis of injection and spray characteristics of diesel fuel and rapeseed oil in a

- diesel engine // Case Studies in Thermal Engineering. 2022. T. 35. C. 102129.
5. Zhao J., Grekhov L., Denisov A., Onishchenko D. (2022) Operation-related features of diesel fuel injection systems at pressures up to 400 МПа // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6. Сер. "6th International Conference on Energy Engineering and Environmental Protection" 2022. С. 012058.
 6. Zhao J., Grekhov L., Onishchenko D., Gabitov I. (2021) Methods for calculating fuel heating in electrically controlled injectors of common rail diesel systems // Fuel. 2021. T. 305. C. 121526.
 7. Zhao J., Grekhov L., Onishchenko D., Gabitov I. (2021) Methods for calculating fuel heating in electrically controlled injectors of common rail diesel systems // Fuel. 2021. T. 305. C. 121526.
 8. Dexing Qian, Ridong Liao, Jianhua Xiang, Baigang Sun and Shangyong Wang. (2016) Fluid-Structure Interaction Analysis on the Performance of the High-Pressure Fuel Pump for Diesel Engines // ASME 2016 International Mechanical Engineering Congress and Exposition. Phoenix, Arizona, USA, 2016.
 9. Qiu, Tao & Dai, Hefei & Lei, Yan & Cao, Chunlei & Li, Xuchu. (2015) Optimising the cam profile of an electronic unit pump for a heavy-duty diesel engine // Energy, Elsevier, vol. 83(C), pages 276-283.
 10. Miloljub S. Štavljanin. (2017) Mathematical modeling and identification of the mathematical model parameters of diesel fuel injection systems // pp. 421-441. VOJNOTEHNIČKI GLASNIK / MILITARY TECHNICAL COURIER, 2017, Vol. 65, Issue 2.
 11. Salykin E.A, Lipilin V.I., Skorobogatov A.A. (2017) Method of Fuel Injection in Small Diesel Engines // Procedia Engineering, Volume 206, 2017, Pages 1552-1557.
 12. Zhu, X., Limbu, S., Cung, K., De Ojeda, W. (2016) HEUI Injector Modeling and ROI Experiments for High Injection Pressure of Diesel and Dimethyl Ether (DME). // SAE Technical Paper 2016-01-0855, 2016, <https://doi.org/10.4271/2016-01-0855>.
 13. Wenfu Sun and Xiaoqin Mo. (2018) Simulation of Solenoid Valve Characteristics of Electronically Controlled Fuel System for Diesel Engine. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 381 (2018) 012065.
 14. Gudiño, L., Santiago, O., Yandun, V. and Ramiro, E. (2018) Modelación y simulación de los inyectores HEUI de un motor Cat C7. // Modelación Y Simulación; Inyectores Heui De Un Motor Cat C7, 2018.
 15. Puente, E. Analisis Y Diagnostico (2018) Del Sistema De Cotrol Electronico De Inyeccion De Combustible Diesel HEUI CAT-3126 // INNOVA Research Journal, Vol.3, pp.145-150, 2018.

© Габдрафиков Ф.З., Харисов Д.Д., 2024

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ С ЭЛЕКТРОННЫМ РЕГУЛЯТОРОМ ПОЗИЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Ф.З. Габдрафиков¹

М.А. Абраров²

^{1,2} Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, РФ

¹ gabdrafikov@mail.ru, ORCID

² 01marsel@mail.ru, ORCID

Исследования проведены с целью повышения качества работы дизель-генераторной установки применением малоинерционного регулятора с электронным регулированием топливоподачи позиционного воздействия. Представлено его математическое описание с разработанным регулятором с электронным управлением позиционного воздействия на топливоподачу, в зависимости от изменения нагрузки и частоты вращения коленчатого вала из-за появления колебания на нём по мере увеличения потребителей электрической энергии.

Полученная математическая модель дизеля с электронным регулятором позиционного воздействия позволяет установить закономерности изменения режимов его работы в зависимости от степени неравномерности момента сопротивления на валу от электрической нагрузки. Приведены сравнительные экспериментальные исследования дизель-генераторной установки с опытным электронным регулятором в переходных режимах.

Ключевые слова: дизель, генераторная установка, электронный регулятор, математическая модель.

Широкое применение в различных отраслях экономики, в том числе и в сельском хозяйстве, как резервное, так и автономное питание, где нет централизованной электросети, находят электрогенераторные установки (ЭГУ). В качестве приводной установки в ЭГУ при необходимости получения на выходе высоких мощностных показателей применяются дизельные двигатели, как более надежные, чем бензиновые. Такие установки называют дизель-генераторные установки (ДГУ), где механическая энергия превращается в электрическую. Основное требование к ним – получение стабильной - энергии требуемого напряжения и частоты.

Анализ режимов работы ДГУ показывает, что значительную часть времени они работают на неустановившихся режимах и при частичных нагрузках из-за постоянного изменения в широком диапазоне их электрической нагрузки, и как следствие, влияющие на стабильность работы дизеля [1,2].

Такие режимы работы приводят к резкому ухудшению показателей качества получаемой электроэнергии(частоты тока) из-за постоянно меняющейся частоты вращения вала дизельного двигателя, вызванного запаздыванием

действия регулятора топливоподачи. Попытки перевода рабочего режима ДГУ с постоянной частоты на переменную известными фирмами Caterpillar, Cummins, Kipor и др. привели к усложнению и удорожанию системы из-за необходимости применения силовых преобразователей и инверторов.

Весьма значимым показателем динамических качеств дизеля является продолжительность переходного процесса и величина перерегулирования (заброса частоты вращения) в переходном процессе. Решением данной проблемы могло бы стать применение на самом дизеле ДГУ малоинерционных систем регулирования топливоподачи с дополнительным воздействием по нагрузке.

Цель исследования. Повышение качества функционирования ДГУ -ым электронным регулированием топливоподачи позиционного воздействия на частоту вращения коленчатого вала дизеля.

Материалы и методы. Исследования проводились на дизельном двигателе Д-144 широко применяемый на ДГУ (например, АД-16-Т/400), нагрузку создавали нагрузочным стендом на базе электротормозной установки производства MEZ VSETIN. Оценивались изменение параметров работы двигателя при набросе нагрузки на величину 20, 40, 60, 80% от первоначальной(100 Н·м).

Результаты и обсуждения

Математическое моделирование базировалось на структурно-функциональном анализе переходных процессов дизеля генераторной установки как динамической системы и теории автоматического регулирования частоты вращения коленчатого вала двигателя. Равновесный (установившийся) режим работы дизеля ДГУ определяется равным количеством вырабатываемой энергии двигателем и количеством энергии, поглощенной потребителем за конечный интервал времени. Выражая количество энергии через крутящий момент двигателя ($M_{кр}$) и приведенным к валу двигателя момент сопротивления (M_c) при условии, что частота вращения коленчатого вала остается неизменной во времени, то условие получения равновесного режима определяется уравнением статического равновесия (1).

$$M_{кр} = M_c \quad (1)$$

Установившийся режим работы дизеля ДГУ может быть нарушен из-за различных факторов, например, наброс нагрузки или её сброс (из-за изменения электрической нагрузки по мере включения или выключения потребителей), пропуск воспламенения в одном из цилиндров дизеля, неравномерность топливоподачи и др. и, как следствие, приводит к колебанию оборотов вала дизеля в ту или иную сторону, что в свою очередь приводит к изменению частоты тока. По некоторым данным может достигать до 15% [1,2].

Рассмотрим возможный вариант нарушения равновесия из-за увеличения M_c вызванного набросом нагрузки до значения в точке B (рисунок 1). При переходе характеристики с точки A в точку B получаем недостаток $M_{кр}$ это, в свою очередь, приводит к уменьшению частоты вращения. Снижение частоты вращения будет происходить до тех пор, пока не будет выполнено условие $M_{кр}=M_c$. Новое равновесное состояние будет в точке C . Аналогично можно представить вариант

со сбросом нагрузки до значения в точке D , тогда новое равновесное состояние установится в точке E .

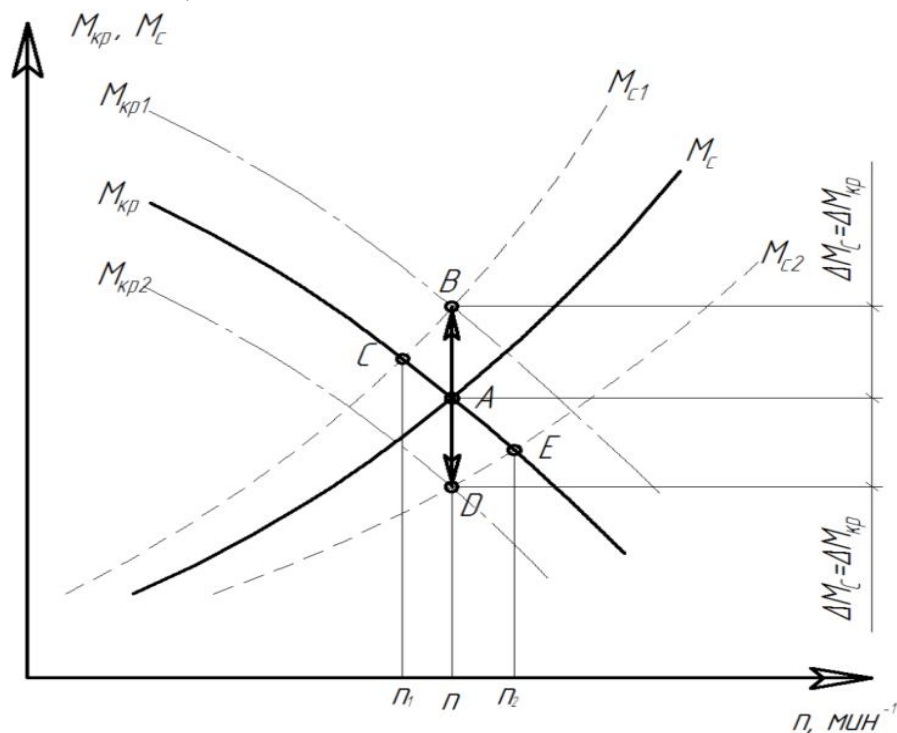


Рисунок 1. Условия получения равновесных режимов работы дизеля.

Для дизеля ДГУ важнейшим требованием является поддержание постоянной частоты вращения коленчатого вала двигателя. Тогда переходной процесс двигателя рассмотрим из условия постоянства угловой скорости (регулирование производится по нагрузке M_c), а сам переходной процесс как статически равновесный режим. При этом особенностью такого рассмотрения является отсутствие возможности восстановления исходных значений статического равновесия, так как воздействие нарушающее равновесие не исчезает с течением времени. Вследствие этого равновесное состояние устанавливается уже в другой точке, соответствующей другим значениям M_c , $M_{кр}$, что намного усложняет поддержание постоянной угловой скорости.

При набросе нагрузки происходит переход потребителя с M_c на характеристику M_{c1} (рисунок 1), одновременно регулятор частоты вращения перемещает рейку топливного насоса в сторону увеличения цикловой подачи, для того, чтобы компенсировать недостаток крутящего момента, т.е. характеристика двигателя с $M_{кр}$ переходит на $M_{кр1}$. Новое равновесное состояние установится в точке B . Аналогично при сбросе нагрузки происходит переход характеристики с M_c на M_{c2} , рейка топливного насоса перемещает рейку топливного насоса в сторону уменьшения цикловой подачи (характеристика двигателя с $M_{кр}$ переходит на $M_{кр2}$) и соответственно новое равновесное состояние характеристики установится в точке D (рисунок 1).

Кроме необходимости поддержания заданной частоты вращения коленчатого вала двигателя, независимо от применяемого принципа регулирования,

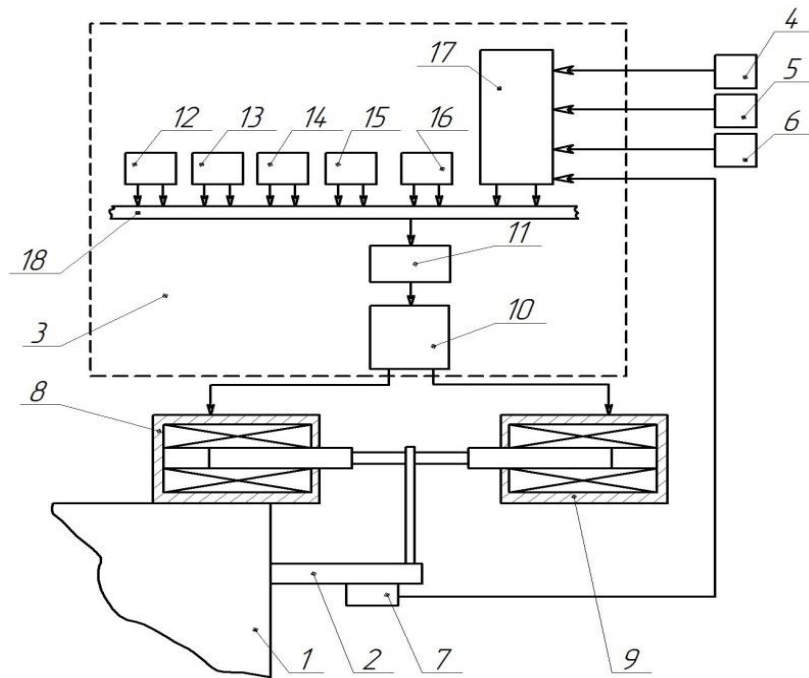
необходимо также обеспечивать высокие требования к динамическим качествам дизелей.

В общих технических требованиях, предъявляемых к автотракторным и промышленным дизелям, показатель динамических качеств обычно не регламентируется. Но в ГОСТ Р 55231-2012 «Системы автоматического регулирования частоты вращения (САРЧ) судовых, тепловозных и промышленных двигателей внутреннего сгорания» указаны ограничения по времени переходного процесса и перерегулирования в зависимости от класса точности системы автоматического регулирования (САР)[3].

Наиболее жесткие требования предъявляются к динамическим качествам дизельных двигателей ДГУ, относящихся к первому классу точности. Характерные режимы работы этих двигателей – сбросы и набросы нагрузок. При полном сбросе нагрузки (от полной до холостого хода) максимально допустимое время регулирования составляет $t=2c$, при перерегулировании - не более 5%. Такие высокие требования накладывают на динамические качества дизеля определенные ограничения, что имеет существенное значение при разработке соответствующих САР.

Обеспечение жестких требований к динамическим качествам невозможно при использовании только механических регуляторов топливоподачи из-за их инерционности. Нами было предложено использование малоинерционного исполнительного устройства с дополнительным импульсом по нагрузке. Такой электронный регулятор был разработан в Башкирском ГАУ [4].

На рисунке 2 представлена его принципиальная схема. Работает регулятор частоты вращения коленчатого вала следующим образом. На контроллер 3 поступают сигналы с датчиков нагрузки 5, частоты вращения коленчатого вала 4, положения рейки 7, положения рычага управления 6 (не применяется в ДГУ) и на основе этих сигналов устанавливается требуемое положение рейки 1 топливного насоса высокого давления (ТНВД) 2. В контроллере 3 вычисляется необходимое, в данный момент времени, положение рейки и сравнивается с действительным. Если эти параметры не совпадают, на электромагниты 8 и 9 подается напряжение U_1 и U_2 соответственно. Под воздействием магнитного поля, созданного напряжением, электромагниты и жестко закреплённая с их якорем рейка ТНВД двигаются в нужном направлении. Уровень и характер изменения напряжения U_1 и U_2 определяется требуемым перемещением и выбранным законом движения.



1- ТНВД; 2- рейка ТНВД; 3- контроллер; 4,5,6 и 7- датчики частоты вращения, датчик нагрузки, положения рычага управления (не применяется в ДГУ) и рейки; 8 и 9- электромагниты; 10- коммутатор; 11- устройство согласования; 12- процессор; 13- генератор импульсов; 14- постоянное запоминающее устройство; 15- оперативно-запоминающее устройство; 16- энергонезависимая память; 17-аналогово-цифровой преобразователь; 18- шина.

Рисунок 2 - Принципиальная схема электронного регулятора ТНВД

Для обеспечения процесса регулирования в заданных диапазонах предварительно была рассмотрена математическая модель дизельного двигателя, регулируемого по нагрузке.

Режим работы дизеля можно считать равновесным при соблюдении условия статического равновесия. Одно из условий - равенство моментов $M_{кр}$ и M_c :

$$M_{кр}(t) - M_c(t) = 0 \quad (2)$$

где t – текущее значение времени, с.

В режиме переходного процесса крутящий момент, создаваемый дизелем ДГУ и момент сопротивления генераторной установки не равны, поэтому:

$$M_{кр}(t) \neq M_c(t) \quad (3)$$

В переходном режиме относительно установившегося (принятых нулевых начальных условиях):

$$M_{кр}(t) = M_{кр}(0) + \Delta M_{кр}(t), \quad (4)$$

$$M_c(t) = M_c(0) + \Delta M_c(t), \quad (5)$$

где $M_{кр}(0)$ и $\Delta M_{кр}(0)$ - соответственно, крутящий момент дизеля на равновесном режиме и его приращение, Н·м;

$M_c(0)$ и $\Delta M_c(t)$ - соответственно, момент сопротивления генераторной установки на равновесном режиме и его приращение, Н·м.

Крутящий момент дизеля $M_{кр}$ зависит от скоростного и нагрузочного режимов работы. Скоростной режим работы характеризуется угловой скоростью вращения коленчатого вала двигателя (ω - регулируемый параметр), а нагрузочный режим зависит от количества топлива, подаваемого в двигатель за цикл (Δg) и от эффективного коэффициента полезного действия (η_e) двигателя на данном режиме. Подача топлива определяется положением (h) органа управления топливного насоса.

Двигатель внутреннего сгорания, в данном случае дизель ДГУ, является машиной периодического действия. Коленчатый вал его через элементы кривошипно-шатунного механизма получает периодические импульсы крутящего момента от каждого из цилиндров двигателя в течение рабочего такта

Кроме того, эти импульсы не могут быть точно одинаковыми из-за определенной неточности настройки равномерности подачи топлива топливным насосом по цилиндрам. Известно, что эта неравномерность подачи топлива возрастает по мере сброса нагрузки и, следовательно, уменьшения подачи топлива. Поэтому крутящий момент, вырабатываемый двигателем, даже при неподвижном органе управления и заданном скоростном режиме не является постоянным во времени.

Таким образом, крутящий момент двигателя, в конечном счете - функция угловой скорости ω , положения рейки топливного насоса h и времени t , т.е.:

$$M_{кр} = f(\omega; h; t).$$

Однако в большинстве задач, рассматриваемых теорией автоматического регулирования применительно к двигателям, периодическая составляющая крутящего момента двигателя не рассматривается и зависимость крутящего момента двигателя непосредственно от времени не учитывается. В связи с этим при условии, что количества воздуха, поступившего в цилиндры, на всех режимах достаточно для обеспечения полного сгорания топлива.

Разработанная система автоматического регулирования частоты вращения дизеля ДГУ должна быть инварианта по частоте вращения, то есть $\omega = const$ (рисунок 1, участок AB и AD) т.е. $M_{кр} = f(h)$.

В тоже время крутящий момент дизеля связан с эффективным КПД η_e и величиной цикловой подачи топлива соотношением:

$$M_{кр} = k_g \cdot g_u \cdot \eta_e, \quad (6)$$

$$\text{где } k_g = \frac{u \cdot i_g \cdot 10^3}{\pi \cdot z_g}, \quad (7)$$

H_u - теплотворная способность топлива, Дж/кг,

i_g - число цилиндров в дизеле,

Z_g - тактность дизеля.

Как следует из уравнения (6) крутящий момент определяется как среднее значение на каком-то установившемся режиме и в нем не учитывается в явной форме запаздывание развития крутящего момента. Рассматривая уравнение (6) с точки зрения теории автоматического управления, получим уравнение, описывающее нелинейный элемент, входным параметром которого является g_u , но при допущении, что η_e является переменным при постоянной величине k_g . Такое допущение возможно, так как эффективный КПД определяется полнотой сгорания топлива и не является постоянной величиной.

Крутящий момент дизеля, в соответствии с принятыми упрощениями, т.е. без учета указанного запаздывания, связан с эффективным КПД и величиной цикловой подачи топлива соотношением:

$$M_{кр}' = k_g \cdot g_u \cdot \eta_e. \quad (8)$$

Допустим также, что функция крутящего момента $M_{кр}'$, дифференцируемая в области изменения аргументов g_u и η_e . В силу этого допущения полное приращение крутящего момента при нулевых начальных условиях:

$$\Delta M_{кр}' = k_g \cdot \Delta g_u \cdot \eta_{e0} + k_g \cdot g_{u0} \cdot \Delta \eta_e + \alpha_1 \Delta g_u + \alpha_2 \Delta \eta_e, \quad (9)$$

где g_{u0} и η_{e0} - параметры, определяемые начальными условиями аргументов g_u и η_e , но не зависящие от приращений Δg_u и $\Delta \eta_e$, а α_1 и α_2 бесконечно малые при $\Delta g_u \rightarrow 0$ и $\Delta \eta_e \rightarrow 0$.

При $\Delta \eta_e = 0$ крутящий момент получает частное приращение $\Delta g M_{кр}'$, запишется в виде:

$$\Delta g M_{кр}' = k_g \cdot \eta_{e0} \cdot \Delta g_u + \alpha_1 \Delta g_u \quad (10)$$

Отсюда:

$$\frac{\Delta g M_{кр}'}{\Delta g} = k_g \cdot \eta_{e0} + \alpha. \quad (11)$$

Переходя к π пределу при $\Delta g_u \rightarrow 0$ (учитывая, что $\Delta \eta_e = 0$); получаем $\alpha_1 \rightarrow 0$, а $k_g \eta_{e0}$ сохраняет постоянное значение, и поэтому правая часть последнего равенства имеет предел $k_g \eta_{e0}$. Следовательно, такой же предел имеет и левая часть этого равенства, а этот предел, называется частной производной, то есть:

$$k_g \eta_{e0} = \frac{\partial M_{кр}'}{\partial g_u} \quad (12)$$

Аналогично получим:

$$k_g g_{u0} = \frac{\partial M_{кр}'}{\partial \eta_e}, \quad (13)$$

После подстановки выражения (12), (13) в уравнение (8), получим:

$$\Delta M_{кр}' = \frac{\partial M_{кр}'}{\partial g_u} \Delta g_u + \frac{\partial M_{кр}'}{\partial \eta_e} \Delta \eta_e + \alpha_1 \Delta g_u + \alpha_2 \Delta \eta_e \quad (14)$$

Допуская, что сумма двух последних слагаемых правой части уравнения (14) является бесконечно малой высшего порядка по сравнению с первой суммой двух слагаемых и используя первое приближение, получим:

$$\Delta M_{кр}' = \frac{\partial M_{кр}'}{\partial g_u} \Delta g_u + \frac{\partial M_{кр}'}{\partial \eta_e} \Delta \eta_e \quad (15)$$

Уравнение (15) получено и в работах В.И Крутова в результате разложения $M_{кр}' = f(g_u, \eta_e)$ в ряд Тейлора по приращению аргументов и использовании первого (линейного) приближения. Поэтому целесообразно в дальнейшем использовать этот метод для упрощения записи.

Эффективный КПД определяется в виде [48,80]:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m, \quad (16)$$

где η_i и η_m - индикаторный и механический КПД.

После разложения зависимости (16) в ряд Тейлора и последующей линеаризации получим:

$$\Delta \eta_e = \frac{\partial \eta_e}{\partial \eta_i} \Delta \eta_i + \frac{\partial \eta_e}{\partial \eta_m} \Delta \eta_m \quad (17)$$

Параметрами, определяющими значение η_i в дизелях при изменении нагрузки, являются: степень сжатия дизеля ε , степень нарастания давления λ , коэффициент избытка воздуха, поступающего в цилиндр, закон изменения по времени объема цилиндра и закон сообщения тепла рабочему телу после достижения газом максимального давления [80].

Уравнение для приращения индикаторного КПД:

$$\Delta \eta_i = \frac{\partial \eta_i}{\partial \alpha} \Delta \alpha \quad (18)$$

Производная, входящая в это уравнение, определяет коэффициент передачи в каждой точке статистической характеристики соответствующего установившегося режима. При этом влиянием на η_i остальных указанных параметров можно пренебречь, поэтому расчеты проводим применительно к стандартным условиям.

Для установившегося режима работы двигателя коэффициент избытка воздуха из следующего выражения [3]:

$$\alpha = \frac{V_h \eta_v \rho_e}{l_0 g_u} \quad (19)$$

где V_h - рабочий объем цилиндра дизеля, м³,

η_v - коэффициент наполнения цилиндра,

ρ_e - плотность воздуха перед впускными клапанами кг/м³,

l_0 - количество воздуха, необходимо для сгорания 1 кг топлива, кг.

Допустим, что функции коэффициента избытка воздуха α дифференцируема в области изменения аргумента g_u . В силу этого допущения полное приращение коэффициента избытка воздуха при нулевых начальных условиях, учитывая, что V_h , ρ_s и l_0 постоянны для всех нагрузочных режимов, и использовании первого приближения:

$$\Delta\alpha = \frac{\alpha}{g_u} \Delta g_u \quad (20)$$

После подстановки соотношений (20) в уравнение (18) получим:

$$\Delta\eta_i = \frac{\alpha}{g_u} \cdot \frac{\partial\eta_i}{\partial\alpha} \cdot \Delta g_u \quad (21)$$

Механический КПД при работе дизеля по нагрузочной характеристике изменяется незначительно в области нагрузок, близких к номинальной [61,80]. При работе дизеля на режимах малых и средних нагрузок изменения механического КПД становятся существенными. Так как уровень нагрузки определяется величиной цикловой подачи топлива, то можно принять в общем случае: $\eta_\mu = (g_u)$, как это и принималось в работах [61], и тогда:

$$\Delta\eta_\mu = \frac{d\eta_\mu}{dg_u} \Delta g_u \quad (22)$$

После подстановки в уравнение (15) уравнений (17), (21) и (22) получим приращение крутящего момента дизеля:

$$\Delta M_{кр}' = \Delta g_u \cdot \left(2 - \frac{\partial g_u}{\partial\alpha} \frac{\alpha}{g_u} \right) \cdot \frac{\partial M_{кр}'}{\partial g_u} \quad (23)$$

Из уравнения (23) видно, что изменение крутящего момента $\Delta M_{кр}'$ зависит от изменения цикловой подачи топлива Δg_u .

Принимаем установившейся режим за базовые координаты и вводим относительные переменные:

$$\delta = \frac{\Delta M_{кр}'}{M_{кр}'_{уст}}, \quad \eta = \frac{\Delta g_u}{g_{u,уст}} = \frac{\Delta h}{h} \quad (24)$$

где δ - безразмерное изменение крутящего момента, без учета запаздывания его развития;

η - безразмерное изменение величины цикловой подачи топлива.

Уравнение функционирования двигателя внутреннего сгорания имеет вид [61]:

$$T_\delta \frac{d\phi}{dt} + K_\delta \phi = -\eta - \delta \quad (25)$$

где T_δ - коэффициент, имеющий размерность времени (характеризует относительную инертность регулируемого объекта);

K_{δ} - безразмерный коэффициент, характеризующий способность регулируемого объекта к самовыравниванию);

$\phi = \frac{\Delta\omega}{\omega_0}$ - отклонение угловой скорости коленчатого вала двигателя.

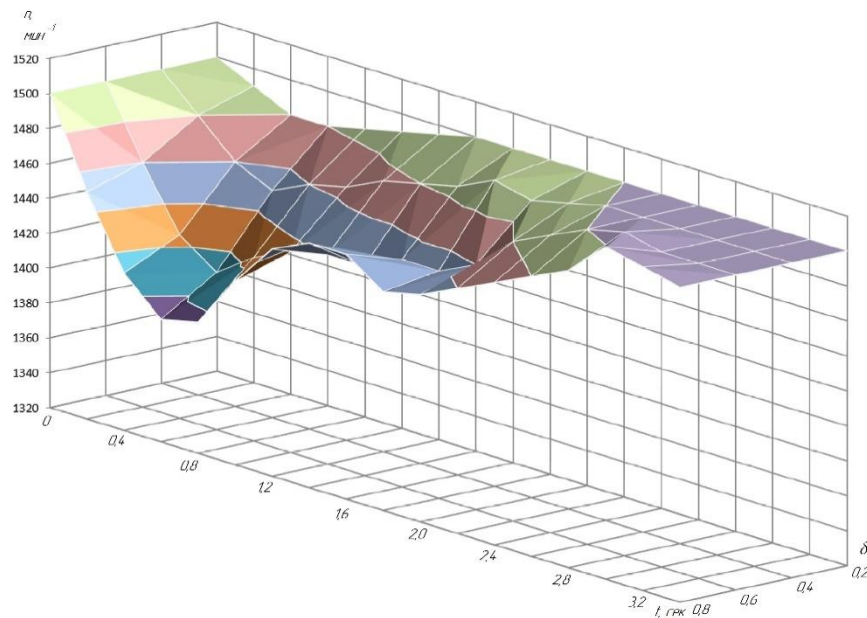
Решение дифференциального уравнения характеризующего движение двигателя, как регулируемого объекта, будет иметь следующий вид:

$$\Delta\omega(t) = - \left[\int_0^t (\delta(z) + \eta(z)) \cdot e^{\frac{K_{\delta}}{T_{\delta}} z} dz \cdot \frac{e^{-\frac{K_{\delta} t}{T_{\delta}}}}{T_{\delta}} \right] \cdot \omega_0 \quad (26)$$

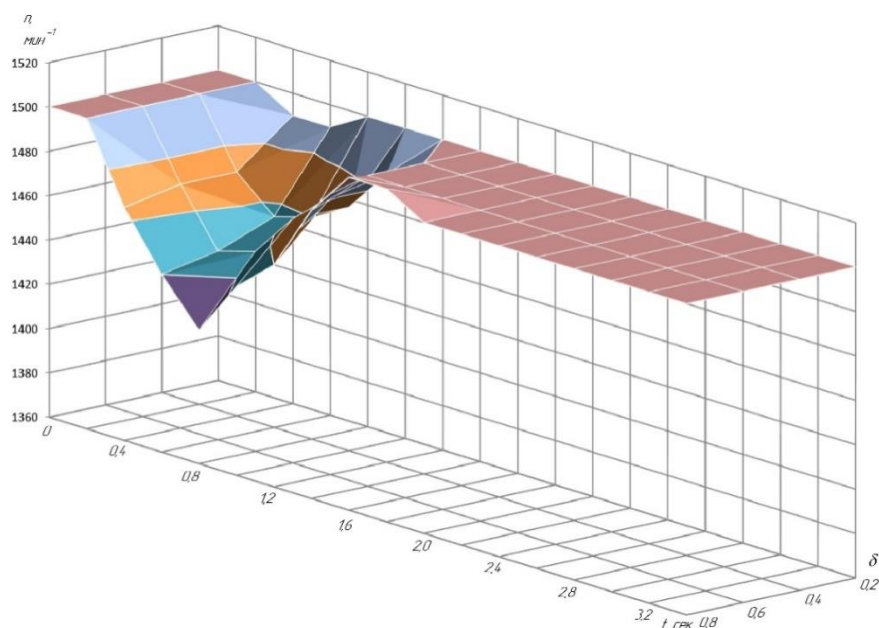
Полученная зависимость представляет собой математическую модель дизельного двигателя с дополнительным регулированием по нагрузке.

Результаты.

Были проведены сравнительные моторные испытания дизеля ДГУ при различных способах регулирования (с дополнительным воздействием по величине нагрузки и без). Результаты исследования на режиме $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ и $M_{кр}=100 \text{ Н}\cdot\text{м}$ при набросах нагрузки $\delta=0,2; 0,4; 0,6; 0,8$) представлены на рисунке 3.



a)



б)

*а – штатный (механический); б – экспериментальный (электронный).
Рисунок 3 - Изменение частоты вращения коленчатого вала во времени при различных способах регулирования*

Анализируя данные о работе двигателя в режиме переходного процесса, мы можем отметить улучшение его работы при использовании электронного регулятора с регулированием по частоте вращения и нагрузке, что подтверждается большинством показателей эффективности работы дизеля. Заброс частоты вращения сократился до 70 мин^{-1} , время работы дизеля в переходном режиме уменьшилось до $1,4 \text{ с}$, среднее увеличение мощности составило $13,5\%$, а эффективный удельный расход снизился на $23,8\%$.

Результаты исследований при меньших значениях наброса нагрузки дизеля подтвердили преимущество электронного регулирования, так при значениях наброса нагрузки $\delta=0,2$ заброс частоты вращения снизился на 20 мин^{-1} , длительность переходного процесса уменьшилась на $0,2 \text{ с}$, мощность возросла на $1,3\%$, а эффективный удельный расход топлива уменьшился на $2,5\%$. Аналогичные результаты получили при повышении нагрузки на 40% от первоначальной: заброс частоты вращения снизился на 10 мин^{-1} , длительность переходного процесса уменьшилась на $1,2 \text{ с}$, мощность возросла на $6,2\%$, при этом эффективный удельный расход топлива уменьшился на $6,6\%$. При величине наброса нагрузки $\delta=0,6$ удалось уменьшить заброс частоты вращения на 50 мин^{-1} , уменьшить длительность переходного режима на $1,2 \text{ с}$, увеличить мощность на $11,1\%$, сократить эффективный удельный расход топлива на $17,1\%$. Обобщенный график зависимости продолжительности переходного процесса от величины наброса нагрузки, при различных видах регуляторов представлен на рисунке 4.

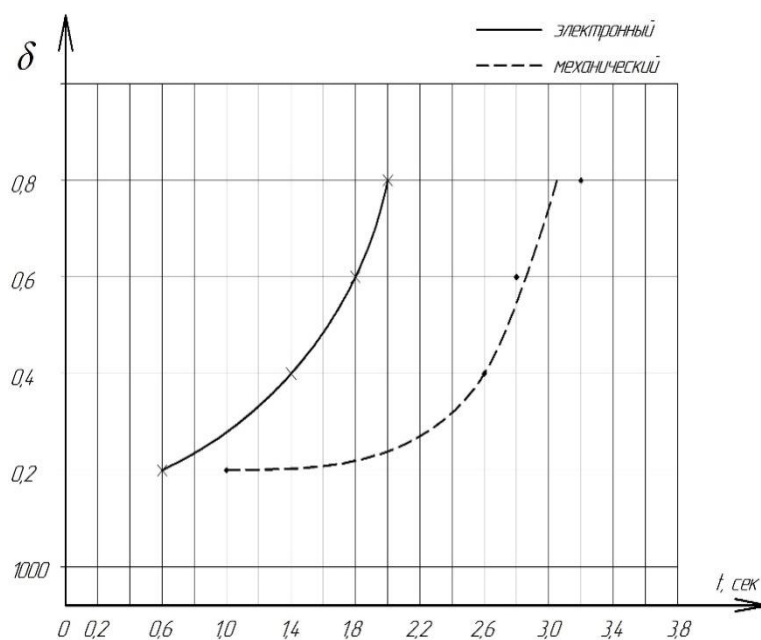


Рисунок 4 - Зависимость продолжительности переходного процесса от величины наброса нагрузки, при различных видах регулятора: сплошная линия – штатный (механический регулятор; пунктирная линия – экспериментальный (электронный).

Выводы. Полученные результаты при различных величинах наброса нагрузки позволяют сделать вывод, что электронное регулирование по частоте вращения и нагрузке более эффективно и позволяет удовлетворять требованиям предъявляемых к автотракторным и промышленным дизелям по динамическим качествам. Улучшение показателей работы дизеля ДГУ при использовании электронного регулятора в значительной степени связано с более быстрой реакцией регулятора на возникшее возмущение, за счет снижения инертности и дополнительного импульса, а также повышения коэффициента загрузки (повышается давление впрыскивания, улучшается мелкость распыливания топлива).

Разработанная математическая модель дизельной генераторной установки с электронным регулятором позиционного воздействия позволяет учитывать неравномерность крутящего момента коленчатого вала и установить пределы регулирования при работе на неустановившихся режимах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Габдрафиков Ф.З. Топливные системы автотракторных дизельных двигателей: Учебное пособие. – Уфа: ФГОУ ВПО БашГАУ, 2007. – 195 с.
2. Габдрафиков Ф.З. Топливный насос с повышенной интенсивностью впрыскивания. /Ф.З. Габдрафиков, Ф.Ш. Шарифуллин //Техника в сельском хозяйстве.2012, № 3. С.25-26.
3. ГОСТ Р 55231-2012 «Системы автоматического регулирования частоты вращения (САРЧ) судовых, тепловозных и промышленных двигателей внутреннего сгорания»

4. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1989. – 416 с.

5. Патент на изобретение № 2363855 Электронный регулятор частоты вращения дизельного двигателя / Габдрафиков Ф.З., Шамукаев С.Б., Мехоношин Е.П. Бюл. № 22 от 10.08.2009.

6. Патент на изобретение № 2449148 С2 Электронный регулятор частоты вращения коленчатого вала дизельного двигателя/ Габдрафиков Ф.З., Шамукаев С.Б., Абраров М.А. Бюл. №7 от 27.04.2012.

7. Улучшение показателей качества системы автоматического регулирования частоты вращения дизель-генератора. Марков В.А., Поздняков Е.Ф., Шленов М.И. – Известия вузов. Машиностроение. 2007 №1. С 29-39

© Габдрафиков Ф.З., Абраров М.А., 2024

УДК 621.436:519.87

Ф.З. Габдрафиков

*доктор техн. наук, профессор БГАУ, г. Уфа
gabdrifikov@mail.ru*

Р.Д. Исламгулов

*аспирант БГАУ, г. Уфа
radmir_islamgulov@bk.ru*

УСТРОЙСТВО ТЕПЛОЙ ПОДГОТОВКИ ДИЗЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АККУМУЛЯТОРА ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

В статье представлены результаты исследования предпускового автономного подогревателя на основе теплового аккумулятора с веществом фазового перехода в тракторных дизельных двигателях. Приведена принципиальная схема системы предпусковой подготовки тракторного дизеля и представлены результаты экспериментальных испытаний.

Ключевые слова: тракторный дизель, предпусковая подготовка двигателя, система предпускового подогрева, система охлаждения двигателя.

В условиях холодного климата запуск дизельного двигателя или другого оборудования представляет собой значительную техническую проблему. Низкие температуры негативно влияют на вязкость масла и топлива, что затрудняет запуск двигателя и увеличивает его износ. Одним из перспективных решений данной проблемы являются тепловые аккумуляторы, используемые в предпусковых подогревателях. Эти устройства способны накапливать и сохранять тепловую энергию, что позволяет существенно улучшить характеристики запуска и эксплуатации двигателя в холодных условиях.

Тепловые аккумуляторы работают на основе принципа накопления тепла, которое может быть использовано для прогрева двигателя перед его запуском.

Это особенно важно для дизельных двигателей, которые склонны к трудностям при запуске на холодную из-за высокой вязкости дизельного топлива. Системы с тепловыми аккумуляторами позволяют значительно снизить вязкость топлива и масла, что облегчает запуск двигателя и улучшает его работу. Благодаря этому снижается механический износ и увеличивается срок службы двигателя, что является значительным преимуществом в условиях интенсивной эксплуатации. Применение тепловых аккумуляторов в предпусковых подогревателях также способствует снижению расхода топлива и уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу. Быстрый прогрев двигателя до рабочей температуры позволяет сократить время его работы на повышенных оборотах, что в свою очередь уменьшает расход топлива. Более того, снижение времени прогрева способствует уменьшению выбросов углекислого газа и других вредных соединений, что положительно сказывается на экологической обстановке.

Одним из наиболее значительных преимуществ тепловых аккумуляторов является их способность накапливать тепло в течение продолжительного времени. Это позволяет использовать накопленную энергию для подогрева двигателя не только непосредственно перед запуском, но и в течение длительного периода после остановки двигателя. В результате обеспечивается более стабильная работа двигателя и его компонентов в условиях низких температур, что особенно важно для техники, эксплуатируемой в экстремальных климатических условиях.

Современные разработки в области тепловых аккумуляторов включают использование новых материалов и технологий, которые позволяют увеличивать эффективность накопления и передачи тепла. Например, применение фазопереходных материалов, которые способны накапливать большое количество тепла при плавлении и выделять его при затвердевании, открывает новые перспективы для повышения эффективности предпусковых подогревателей. Эти инновации позволяют значительно улучшить эксплуатационные характеристики тепловых аккумуляторов и расширить область их применения.

Тепловые аккумуляторы находят широкое применение не только в автомобильной технике, но и в сельскохозяйственной и строительной технике, где их использование позволяет существенно повысить надежность и эффективность работы оборудования в условиях низких температур. Прогрев двигателя с использованием тепловых аккумуляторов способствует быстрому выходу на рабочий режим, что особенно важно при выполнении ответственных задач в полевых условиях.

Использование тепловых аккумуляторов в предпусковых подогревателях представляет собой перспективное направление в области повышения эффективности и надежности работы двигателей в холодных климатических условиях. Инновационные разработки и новые технологии в этой области открывают широкие возможности для дальнейшего совершенствования тепловых аккумуляторов и расширения области их применения. Это

способствует улучшению эксплуатационных характеристик техники, снижению затрат на её обслуживание и повышению экологической безопасности.

Мы создали систему предпусковой подготовки дизельного двигателя, которая не требует затрат внешней дополнительной энергии [рис. 2]. В ее основе лежит система использования тепла от теплового аккумулятора. Работа основана на принципе поглощения и сохранения тепла. Во время работы дизельного двигателя аккумулятор 10 предпускового подогревателя заряжается и накапливает тепловую энергию. Затем, когда необходимо запустить двигатель в холодных условиях, накопленное тепло передается в систему охлаждения 6, создавая благоприятные условия для запуска.

В качестве теплоаккумулирующего материала установки мы использовали вещество с фазовым переходом. В зависимости от теплового состояния это вещество плавится или кристаллизуется в зависимости от его химического состава.

В качестве вещества, аккумулирующего тепло в процессе плавления при фазовых переходах твердое тело-жидкость и наиболее полно отвечающего требованиям эксплуатационной эффективности и безопасности, был выбран тригидрат ацетата натрия.

Выбор был сделан исходя из следующих условий:

- температура плавления соответствует рабочей температуре двигателя.
- высокая энтальпия фазового перехода.
- подходящие свойства теплообмена
- экономичность.
- материал не переохлаждается во время кристаллизации и расслаивания.
- безопасность.

Принципиальная схема системы предпусковой термоподготовки на основе теплового аккумулятора с веществом с фазовым переходом показана на рисунке 1.

Эта система работает в двух режимах: режиме разряда и режиме зарядки.

Для предпускового теплового прогрева двигателя включается режим разрядки тепловой батареи. Электронный блок 8 перед запуском двигателя подает сигнал на электронасос 2 и на гидравлический распределитель 12, и одновременно начинается циркуляция жидкости в системе охлаждения до тех пор, пока температура на выходе теплового аккумулятора 10 не станет равной температуре на выходе головки блока цилиндров. блок двигателя 4 1.

Электронный блок 8 управления способен изменять расход теплоносителя для более эффективного отвода тепла от теплового аккумулятора 10 в зависимости от сигнала, получаемого от датчика 9 температуры окружающей среды. Накопленное тепло также можно использовать для обогрева кабины трактора, направляя тепловой поток в радиатор обогревателя 11 кабины.

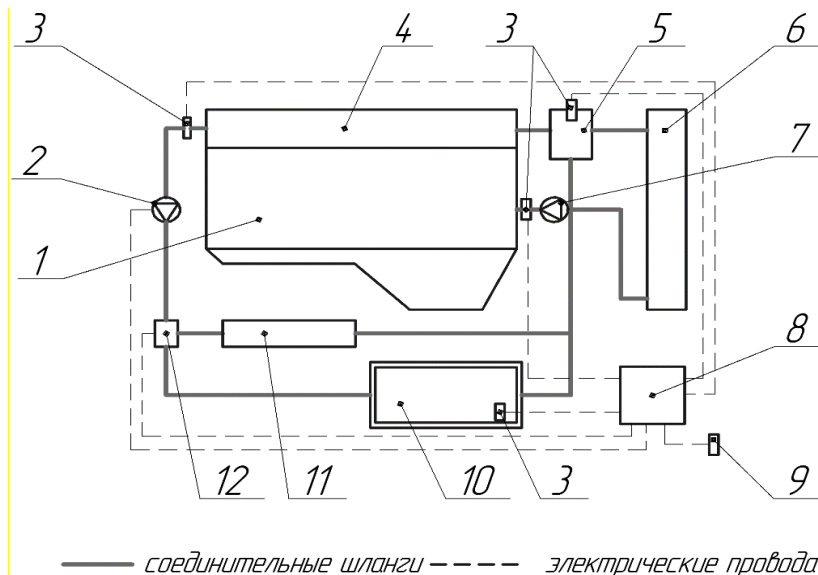


Рисунок 1. Принципиальная схема системы тепловой подготовки двигателя: 1 - двигатель, 2 - электронасос системы охлаждения; 3 - датчики температуры, 4 - головка блока цилиндров; 5 - термостат, 6 - радиатор системы охлаждения двигателя; 7 - стандартный циркуляционный насос, 8 - электронный блок управления системой; 9 - датчик температуры наружного воздуха; 10 - аккумулятор тепла с фазовым переходом; 11 - радиатор отопления салона; 12 - гидравлический регулирующий клапан.

Расчитанные зависимости изменения температуры теплоаккумулирующего вещества и двигателя от времени разряда теплового аккумулятора показаны на рисунке 2.

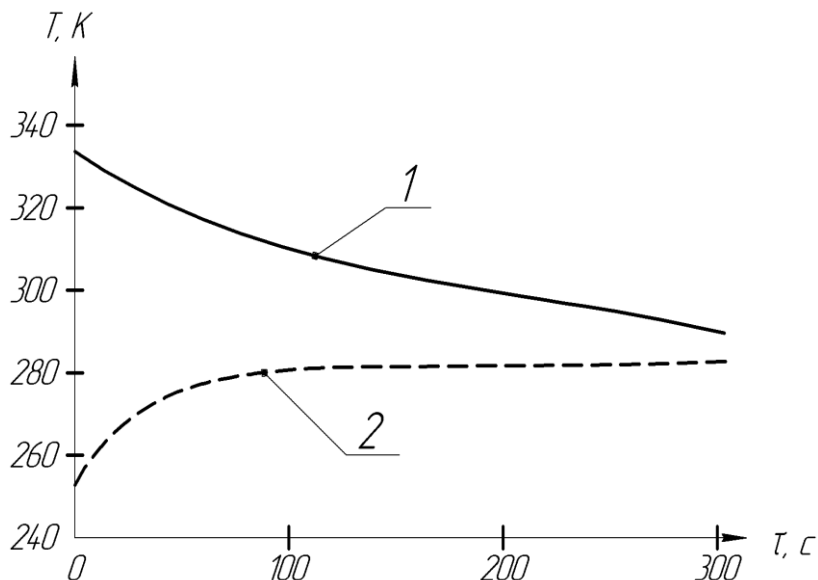


Рисунок 2. Температурная зависимость теплоаккумулирующего вещества и двигателя от времени прогрева при разрядке теплового аккумулятора: 1 - температура теплоаккумулирующего вещества; 2 - температура двигателя.

Как видно, изменение температуры двигателя во время разряда теплового аккумулятора не является линейным.

Тепловой аккумулятор характеризуется наибольшей теплоемкостью в начале работы двигателя (температура двигателя меняется с отрицательной на положительную в течение первой минуты). Затем уровень нагрева снижается. Использование тепловых аккумуляторов в предпусковых подогревателях представляет собой значительное достижение в области повышения эффективности и надежности работы двигателей в условиях низких температур. Эти устройства обеспечивают быстрый и эффективный прогрев двигателя, что снижает износ, уменьшает расход топлива и сокращает выбросы вредных веществ в атмосферу. Применение современных материалов и технологий, таких как фазопереходные материалы, открывает новые возможности для повышения эффективности тепловых аккумуляторов. В результате, эти инновации способствуют улучшению эксплуатационных характеристик и расширению области применения предпусковых подогревателей, что особенно важно для автомобильной, сельскохозяйственной и строительной техники, работающей в экстремальных климатических условиях. Таким образом, тепловые аккумуляторы играют ключевую роль в обеспечении надежности, экономичности и экологичности современных двигательных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баскаков А.П. Теплотехника: учеб. для вузов / А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт, Ю.Ю. В. Кузнецов, Н.Ф. Филипповский. – Москва: ИД «БАСТЕТ» – 2010. – 328 с.
2. Габдрафиков Ф.З. Исследование способов предпускового подогрева дизельного двигателя [Текст] / Ф.З. Габдрафиков, М.А. Абраров, И.А. Абраров // Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – № 6. – С. 21-22.
3. Gabdrāfikov F.Z., Galiakberov U.S., Gaisin E.M., Abrarov M.A., Gindullin V.M. Control system for pre-start heating of a diesel engine. Journal of Engineering and Applied Sciences, 2018. T. 13. No S11. С. 8836-8842.
4. Габдрафиков Ф.З. Энергоэффективная система предпусковой тепловой подготовки дизеля машинно-тракторного агрегата [Текст] / Ф.З. Габдрафиков, У.С. Галиакберов, В.М. Гиндуллин // Вестник НГИЭИ. – 2017. – № 11 (78). – С. 82-91.
5. Устройство предпусковой тепловой подготовки двигателя внутреннего сгорания. [Текст]: пат. 2576603 Рос. Федерация: МПК 51 F01N 19/10, Габдрафиков Ф.З., Абраров М.А., Абраров И.А., Галиакберов У.С., заявка 10.12.2014; опубл. 10.01.2016.

© Габдрафиков Ф.З., Исламгулов Р.Д., 2024

СЕКЦИЯ 3. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 621.74

И.И. Шайхутдинова
ст. преп. УУНУТ, г. Уфа
peacelife@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

В данной статье рассматриваются ключевые аспекты управления качеством отливок из алюминиевых сплавов. Освещаются методы контроля, проблемы качества и современные подходы к их решению. Акцент делается на важности интеграции автоматизированных систем и компьютерного моделирования в процессы контроля качества. В статье предложены направления для дальнейших исследований в данной области.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы; отливка; методы литья; качество; управление качеством.

Качество отливок из алюминиевых сплавов играет решающую роль во многих отраслях промышленности. Использование отливок широко распространено в работе реактивных двигателей, атомных энергетических установок и других технически сложных механизмов. Они находят свое применение при производстве строительных конструкций, металлургических агрегатов, морских судов, различных деталей и изделий. Современное состояние литейного производства определяется постоянным совершенствованием традиционных и появлением новых методов литья, увеличением уровня автоматизации процессов, специализацией и централизацией производства, а также научными исследованиями в области проектирования литейных машин и механизмов.

В условиях постоянно растущих требований к прочности, надежности и долговечности двигателей, управление качеством отливок выходит на передний план. Эффективное управление качеством не только повышает конкурентоспособность продукции, но и способствует оптимизации производственных затрат. В данной статье мы рассмотрим существующие методы и подходы к контролю качества отливок, выявим типовые проблемы и предложим возможные пути их решения. Также будет дан обзор современных технологий, которые могут быть интегрированы в процессы управления качеством, и проанализированы реальные примеры из практики.

Теория и практика технологии литейного производства на современном этапе позволяет получать изделия с высокими эксплуатационными свойствами.

Изготовление отливок из алюминиевых сплавов - это сложный процесс, который включает в себя несколько этапов, начиная от подготовки сплава до

обработки отливки. Различные методы литья предлагают уникальные преимущества и используются в зависимости от требований к конечному изделию. Основными способами производства отливок из алюминиевых сплавов являются литье по выплавляемым моделям (ЛПВМ), литье в песчаные формы (ПГФ), литье под давлением (ЛПД), центробежное литье, литье в оболочковые формы. Каждый способ литья имеет свои преимущества и недостатки.

Литье под давлением – это процесс, при котором расплавленный металл вводится в форму под высоким давлением. Теоретически, этот метод позволяет получать детали с высокой точностью размеров и сложной геометрией. Основные параметры процесса включают давление, скорость заполнения формы и температуру сплава.

Песчаное литье использует одноразовые формы из песчано-глинистой смеси. Теоретические аспекты включают выбор состава формовочного песка, контроль температуры расплава и время застывания. Этот метод подходит для изготовления крупных и сложных отливок. [1]

Литье по выплавляемым моделям включает использование модели, сделанной из материала, который можно расплавить или выжечь. Теоретически, метод позволяет достичь высокой точности и качества поверхности отливок. Важными параметрами являются выбор материала для модели, контроль процесса расплавления сплава и точность формы.

Центробежное литье использует центробежную силу для распределения расплавленного металла по форме. Теоретически, это обеспечивает равномерное распределение материала и уменьшение пористости. Ключевые параметры включают скорость вращения, температуру расплава и время охлаждения.

Точное литье, или литье по точным моделям, позволяет получать отливки с тонкими стенками и сложной геометрией. Теоретически, метод требует точного контроля над составом сплава, температурой плавления и параметрами застывания. Этот метод часто используется в авиационной и космической промышленности.

Контроль качества отливок из алюминиевых сплавов - это комплексная задача, включающая различные методы и технологии, направленные на обеспечение соответствия продукции установленным стандартам и требованиям. К основным методам контроля качества относят: визуальный контроль, рентгенография, дефектоскопия и пр. Наружные дефекты отливок обнаруживаются при визуальном осмотре после извлечения из формы или после очистки. Для выявления внутренних дефектов применяют радиографические и ультразвуковые методы дефектоскопии. Рентгенография и гаммаграфия используются для облучения отливок, чтобы определить наличие, размеры и глубину дефектов. Ультразвуковой контроль позволяет обнаружить трещины и другие дефекты по отражению волны от них. Для исправления небольших дефектов используются заделки замазками, мастиками, пропиткой, газовой или электрической сваркой. [2]

В современном производстве отливок из алюминиевых сплавов используются различные технологии для управления качеством, которые

позволяют повысить надежность и долговечность продукции. Одним из таких методов является применение программного обеспечения для моделирования процессов литья, такого как CAE (Computer-Aided Engineering), который позволяет предсказать возможные дефекты и оптимизировать параметры литья до начала производства. [4] Во многих современных предприятиях используются автоматизированные системы для непрерывного мониторинга процессов литья и качества отливок в режиме реального времени. Наиболее эффективное применение нашли 3D-сканеры для точного измерения геометрии отливок и сравнения с цифровыми моделями, которые обеспечивают соответствия размеров.

Использование алгоритмов машинного обучения для анализа данных о качестве и определения корреляций между процессами литья и возникающими дефектами одно из перспективных направлений при получении отливок из алюминиевых сплавов. В данный алгоритм можно адаптировать систему визуального контроля с использованием искусственного интеллекта, которая в автоматическом режиме будет выявлять дефект отливок.

Все выше перечисленные технологии управления качеством позволяют не только обнаруживать и устранять дефекты, но и предотвращать их появление на этапе проектирования и производства. Они способствуют повышению эффективности производства и улучшению характеристик отливок из алюминиевых сплавов.

Для дальнейшего развития управления качеством изготовления отливок из алюминиевых сплавов можно выделить несколько ключевых направлений:

1. Развитие систем сбора и анализа больших данных (Big Data) для предсказания потенциальных дефектов и оптимизации процессов литья.
2. Интеграция алгоритмов машинного обучения для автоматизации процессов контроля качества и управления производственными параметрами.
3. Внедрение технологий Интернета вещей (IoT) и цифровых двойников для мониторинга и управления процессами литья в реальном времени. [3]

Повышение качества отливок из алюминиевых сплавов одно из перспективных направлений, которое позволит сделать производство более устойчивым и экономически эффективным.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Трухов А.П. Технология литейного производства: Литье в песчаные формы. 2005. – 515 с.
2. Колачев Б.А., Габибулин Р.М., Пигузов Ю.В. Технология термической обработки цветных металлов и сплавов. – М.: Металлургия. – 1980. – 279 с.
3. Шайхутдинова И.И., Горюхин А.С. Возможность применения цифровых двойников в литейном производстве. Мавлютовские чтения. XIII Всероссийская молодежная научная конференция: материалы конференции: [в 6 т.] / УГАТУ Уфа, 2019. – Т. 2. С. 318-321

4. Шайхутдинова И.И. Интеллектуальные системы в литейном производстве. Материалы II Международной научно-практической конференции 2021 Борисоглебского Филиала ФГБОУ ВО «ВГУ» [Электронный ресурс] – М.: Издательство «Перо», 2021. – с.703-707.

© Шайхутдинова И.И., 2024

УДК 681.3 (075)

Л.А. Кузнецов

студент УУНУТ, г. Уфа

Kuznetsovleonidw@gmail.com

В.А. Огородов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ, МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, ЛОГИСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Современное промышленное предприятие имеет сложную иерархическую структуру из цехов и отделов. Такая организация предприятия имеет ряд преимуществ, в числе которых можно выделить: возможность специализации подразделения на определенных задачах и видах работ, оптимизацию ресурсов, управление качеством. Кроме того, за счет разделения труда можно добиться большей эффективности всего предприятия. Для управления таким предприятием, координации, планирования, мониторинга различных бизнес-процессов применяют ряд цифровых систем управления производством, корпоративных информационных систем и других программных продуктов.

Сложность управления предприятием со сложной структурой заключается не только в большом количестве участников производственных процессов, но и в неоднородности последних: в операциях снабжения типа «цех-цех», «цех-склад», «склад-склад» каждая операция может быть уникальной и иметь специфическое решение. Так, например, в некоторых цехах ведется покомлектный учет изделий (ПКУ), они выпускают номерные изделия (изделия «привязываются» к номеру двигателя), в некоторых цеховых складах используют штрихкодирование и т.д.

В настоящее время на УМПО существует следующий порядок планирования и мониторинга производственных процессов. Определяется годовой план по выпуску готовых изделий. Далее отделом автоматизации систем управления производством с помощью системы реализованной с помощью FOXPRO производится расчёт производственной программы, т.е. расчет по каждому

изделию, сколько и какой цех должен произвести составляющих частей, сборочных единиц, деталей, полуфабрикатов и т.д. за каждый месяц (с дополнительной ежемесячной коррекцией). Далее план запуска импортируется в ERP – систему INFORLN, а именно в модуль «Цеховое производство» в виде перечня производственных заказов на изготовление или сборку. Далее каждый цех в случае отсутствия на своем складе необходимых ресурсов, создает в том же INFORLN складской заказ (склад другого цеха или центральные), склад же регистрирует отпуск со склада (при наличии), если нужны материалы и они отсутствуют в нужном количестве, то отправляется запрос на закупку материалов, агрегатов, деталей и сборочных единиц, не производимых на предприятии, отделом закупки и ремонта комплектующих и агрегатов, отделом материально-технического снабжения, отделом закупки комплектующих, инструмента и оборудования в зависимости от того, что требуется закупить. В зависимости от цеха и продукции, на операции заказа и отпуска требуется подтверждение бухгалтера или снабженца. Большая часть производственных и ремонтных операций сопровождается информационной системой INFORLN, бухгалтерские задачи и финансовая отчетность реализуются с помощью LEXEMA, электронный документооборот частично реализован в 1С: документооборот, и это далеко не весь список используемых на предприятии программных продуктов.

В области управления, планирования и мониторинга логистических операций на УМПО существует ряд проблем, среди которых можно выделить следующие:

- 1) Уход компании INFOR с российского рынка, и как следствие – трудности с поддержкой используемого программного продукта, его модернизацией и доработкой.
- 2) Избыточность функционала INFORLN. В системе INFORLN имеется функционал, использование которого невозможно по различным причинам, например, невозможно использовать функциональные возможности по внешним взаимодействиям с контрагентами из-за требований безопасности.
- 3) У пользователей остается необходимость применения нескольких систем: частью документации пользователи обмениваются в среде 1С, частью в LEXEMA, частью с помощью электронной почты.
- 4) Не принятие пользователями нововведений.

В качестве возможного решения предлагается разработать и внедрить систему планирования, мониторинга производственных процессов, логистических операций предприятия и электронного документооборота. Система основана на применении веб-интерфейса, в этой системе каждая деталь, сборочная единица, сырье, готовые изделия и т.д., как и документация, перемещающиеся по предприятию, представлены в виде задач. У каждого участника логистических или производственных операций, а также участвующих в документообороте, имеется графическое поле, включающее в себя 3 крупных раздела: «нужно сделать», «делается», «сделано». Каждый раздел

может делиться на подразделы в зависимости от специфики операций, например механическая обработка, нормоконтроль и т.д. При создании такой задачи, она по мере выполнения «движется» из графы «нужно сделать» в графу «сделано». Задачи, требующие сопровождающей документации, создаются с помощью специального конструктора документов, в котором пользователь выбирает шаблон из доступных ему согласно прав доступа, и, заполняя отдельные поля, формирует документ, который отправляется другим участникам. Схожим образом происходит обмен любой документацией внутри компании. Как и с производственными задачами, каждый этап подписания, движется от «нужно сделать» к «сделано».

Преимущества предлагаемого технического решения.

- 1) Благодаря глубокой интеграции, система позволит оптимизировать большинство процессов между цехами или отделами.
- 2) Появится возможность отследить на какой стадии находится выполнение работ.
- 3) С помощью электронного документооборота, тесно связанного с данными об изделиях, продуктах и процессах, временные затраты существенно сократятся, что поможет специалистам выполнять более эффективно свои профессиональные задачи.
- 4) Интеграция с уже используемыми ЦСУП и КИС позволит сократить время на поиск информации и переключения между приложениями, управляя данными множества других систем с помощью одной.
- 5) Удобный, функциональный, доступный в освоении интерфейс поможет сократить недовольство пользователей, связанное с переходом на новый программный продукт, сделает рутинные операции удобнее.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Как внедрить ERP-систему на производстве? // Adeptik URL: <https://adeptik.com/blog/kak-vnedrit-erp-sistemu-na-proizvodstve/> (дата обращения: 10.04.2024).
2. Иностранные поставщики IT уходят из России. Что делать? // Ведомости URL: <https://www.vedomosti.ru/management/articles/2022/04/05/916797-inostrannie-postavschiki-uhodyat> (дата обращения: 10.04.2024).
3. Infor ERP LN // TADVISER URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Infor_ERP_LN (дата обращения: 10.04.2024).
4. Кузнецов Л.А., Зарипов А.Р. Современные интегрированные (цифровые) системы управления производством: в оценке экономической эффективности // Вестник научных конференций. – 2024. – № 2-1 (102). – С. 49-54.

© Кузнецов Л.А., Огородов В.А., 2024

В.С. Ростовцев

студент 5 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доц. УУНУТ, г. Уфа

dosent008@yandex.ru

А.В. Баннова

канд. хим. наук, доц. УУНУТ, г. Уфа

Г.Р. Бакиева

канд. экон. наук, доц. УУНУТ, г. Уфа

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ 5S В ПРОИЗВОДСТВО МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ

Система «Упорядочение» или «5S» остается актуальной и широко используется в различных отраслях промышленности. Ее преимущества, такие как повышение производительности, безопасности, экономии времени и ресурсов, а также улучшение культуры труда, делают её важным инструментом для организаций, стремящихся к оптимизации своих процессов и достижению высоких результатов

Ключевые слова: система «Упорядочение» или «5S», система качества, бережливое производство.

Система «Упорядочение», или «5S», – это метод организации рабочего места, который помогает поддерживать порядок, чистоту и соблюдать безопасность на рабочем месте [1]. Она включает пять шагов:

1. Сортировка (Seiri) – определение того, какие предметы необходимы для работы, а какие нет. Все ненужные вещи удаляются.

2. Систематизация (Seiton) – организация оставшихся предметов таким образом, чтобы их было легко найти и использовать.

3. Сияние (Seiso) – поддержание чистоты и порядка на рабочем месте путём регулярной уборки и очистки оборудования.

4. Стандартизация (Seiketsu) – разработка стандартных процедур для поддержания порядка и чистоты на рабочем месте.

5. Поддержка (Shitsuke) – обеспечение соблюдения установленных правил и процедур всеми сотрудниками компании [2].

Внедрение методологии 5S может быть сложным процессом, но при правильном подходе оно может привести к значительному улучшению организации и эффективности рабочего места [3]. Для успешного внедрения 5S в производство необходимо следующее. Все сотрудники должны быть обучены принципам и методам 5S. Это поможет им понять, почему это важно, и как они могут внести свой вклад в процесс. Перед началом внедрения необходимо определить конкретные цели и ожидания от процесса. Цели могут включать в

себя улучшение безопасности, повышение производительности или сокращение времени на поиск инструментов и материалов [4]. Важно создать команду, которая будет отвечать за внедрение и поддержание методологии 5S. Эта команда должна включать представителей всех уровней организации и обладать достаточными полномочиями для принятия решений. Анализ текущего состояния: Команда должна провести анализ текущего состояния рабочего места, чтобы определить области, требующие улучшения. Это может включать в себя оценку уровня беспорядка, организацию хранения инструментов и материалов, а также эффективность процессов [5]. На основе анализа текущего состояния команда должна разработать план действий, который будет включать в себя конкретные шаги и сроки для достижения поставленных целей. После реализации первых четырех элементов надо поддерживать достигнутый уровень организации и эффективности. Для этого необходимо проводить регулярные проверки и обновления стандартов, а также поощрять сотрудников за соблюдение установленных правил. Далее необходимо мониторить и оценивать результаты внедрения методологии 5S. Это поможет определить, достигаются ли поставленные цели, и внести необходимые корректировки в план действий [6].

Внедрение 5S в производство медицинской аппаратуры состоит из пяти этапов. 1 этап - сортировка. Конструкторская документация, чертежи и различные спецификации по собираемой продукции были отсортированы, убраны лишние предметы не относящиеся к документам, наведен общий порядок, а также перемещены в более подходящее место для быстрого доступа

2 этап – систематизация. На основном рабочем месте цеха были убраны лишние предметы, а оставшиеся инструменты и вспомогательные вещи расположены по частоте использования, с использованием метода текстовой и цветовой маркировки для быстрой идентификации. Для этого были задействованы боковые вертикальные поверхности верстака.

Наиболее часто используемые инструменты, такие как шуруповерт, молоток, канцелярские ножи и др., были также размещены боковой поверхности с помощью болтовых соединений, в виду изначального отсутствия оригинальных изделий от поставщика мебели и возможности докупить уже готовые системы хранения (рисунок 1).

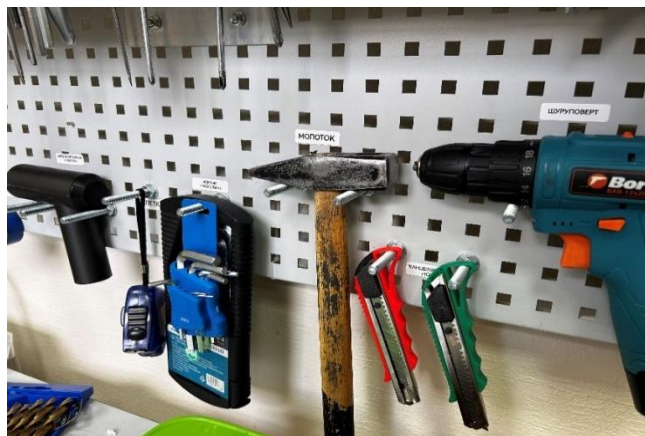


Рисунок 1 – Текстовая маркировка местоположения инструмента

Метчики для создания резьбы, до введения системы, были расположены в хаотичном порядке и неудобном месте. Требовалось много времени, чтобы найти необходимый инструмент. Для ускорения поиска было с нуля создано крепление с индивидуальной маркировкой (рисунок 2).



Рисунок 2 – Сортировка и подпись метчиков

Далее были отсортированы биты и перемещены в оригинальный набор, что значительно сократило время на поиск и подбор необходимой и соответственно было уменьшено время работы на сборку.

Для ускорения идентификации был использован цветовой метод маркировки, где каждый цвет обозначает свой размер

- Белый - № 6 – Гайка М3,
- Красный - № 7 – Гайка М4,
- Синий - № 8 – Гайка М5 (рисунок 3).

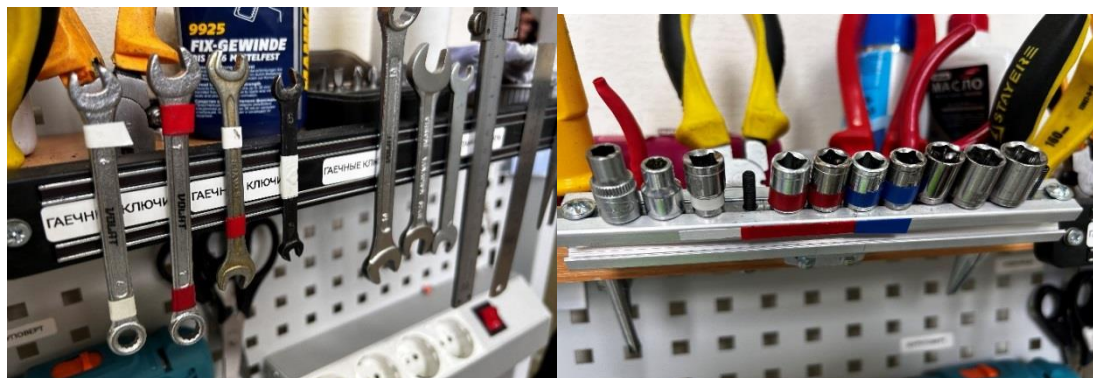


Рисунок 3 – Цветовой метод маркировки и новое крепление

На рисунке 4 показан стеллаж с основным крепежом используемым для сборки прибора. До начала внедрения присутствовала систему в виде подписанных ящиков для хранения, однако часть ящиков расположена в хаотичном порядке, часть крепежа хранится в ZIP-пакетах в подвешенном состоянии, или в труднодоступно месте, или вовсе не подписана.



Рисунок 4 – Хранение крепежа до улучшений

Была освобождена верхняя полка стеллажа от ненужных предметов. С полки ниже были убраны лишние предметы, а на их место помещена новая система хранения где разместились ящики для крепежа малого размера. Также на этой полке размещена часть редко используемых инструментов. На основной полке был рассортирован крепеж, и перераспределены контейнеры в соответствии с возрастанием резьбы, перемаркированы ящики, и убраны лишние или не используемые в данный момент в сборке крепления (рисунок 5).



Рисунок 5 – Хранение крепежа после внедрения 5S

На рисунке 6 показан склад хранения основных деталей, узлов и запчастей используемых для сборки прибора. Детали расположены в хаотичном порядке, значительная часть из них не подписана, присутствуют посторонние предметы,

или же необходимые части расположены наверху, что затрудняет доступ для человека с ростом ниже среднего.



Рисунок 6 – Склад деталей до внедрения 5S

На рисунке 7 показаны изменения на данном участке. Каждый ящик хранения был подписан, а также была создана маркировка принадлежности деталей к узлам, согласно конструкторской документации. Например: X, Y, Z – система позиционирования прибора в пространстве по координатам. Если же на ящике или полке стоит наклейка БП – значит данная деталь предназначена для сборки блока питания, и т.д.



Рисунок 7 – Склад деталей после внедрения 5S

3 этап - содержание в чистоте. На рабочем месте для программной проверки оборудования и над ним были убраны не относящиеся к данной деятельности инструменты, детали, крепеж, а также задействована боковая поверхность для вертикального размещения метизных лотков.



*Рисунок 8 – Рабочее место для программной проверки оборудования:
было и стало*

4 этап – стандартизация. По данному этапу был разработан график уборки цеха, для поддержания чистоты, порядка и сохранения разработанной системы. Данный график рассчитан 4 недели месяца, с периодической уборкой по нечетным рабочим дням недели. Были определены участки цеха, и к каждому закреплен ответственный за данный участок работник. Также, в конце каждого дня, обозначенного в графике, запланирована проверка с выставлением оценки, со стороны вышестоящего должностного лица, или специалиста по качеству на данном предприятии.

5 этап – совершенствование. На данном этапе были проведены беседы совместного с рабочими и руководящим составом.

До работников данного цеха была донесена важность и польза соблюдения всех шагов системы бережливого производства.

В частности был преодолен страх рабочих (частая проблема внедрения системы в России) на тему того, что улучшение всех показателей и сокращение издержек не приведет к сокращению штата, и даже наоборот, появится премия. В описании четвертого шага «Стандартизация», был разработан график уборки, где, помимо обычной подписи работника о выполненной работе, присутствует графа «Оценка». Проверяющий должен оценить работу сотрудников отдела по пятибалльной шкале, где 5 – «отлично», 4 – «хорошо», 3 – «удовлетворительно», 2 – «неудовлетворительно», 1 – «категорически неприемлемо». По итогам недели необходимо посчитать средний балл по выданным оценкам. Если средняя оценка будет ≥ 4.3 , значит команда прошла недельную проверку, и в таком случае полагается прибавка к зарплате в виде премированной части. Для сохранения большей мотивации, если команда сумела пройти проверку на протяжении 4 недель подряд, в таком случае премированная часть по итогам месяца будет увеличена на 25%, однако, в случае, если команда, в течение месяца не прошла 2 и более проверок, тогда премированная часть не будет выплачена.

С руководящим составом была проведена отдельная встреча, в ходе которой были представлены современные системы управления качеством, тенденции

развития самого предприятия, рассказан опыт передовых компаний Российской Федерации по внедрению бережливого производства и иных типов СМК, а также были предложены изменения для совершенствования всех процессов внутри компании.

Применение принципов 5S позволяет сократить издержки, время производственного цикла, повысить качество продукции и уровень удовлетворенности клиентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хакимов, Р.М. Применение системы 5 s для уменьшения потерь и улучшения качества выпускаемой продукции на предприятии / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Ю.А. Хафизова // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 155-157.

2. Оценка системы качества на промышленном предприятии / К.Э. Сайпанова, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 83-89.

3. Внутренний аудит системы менеджмента качества и разработка корректирующих мероприятий на АО «УАП «Гидравлика» / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Р.З. Тулькубаев, Я.Р. Исхаков // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 151-154.

4. Хакимов, Р.М. Организация и проведение внутреннего аудита СМК на промышленном предприятии / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Р.Н. Галиахметов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 147-150.

5. Хакимов, Р.М. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Рукомойников // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 114-121.

6. Хакимов, Р.М. Контроль качества продукции на производстве автопластика / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Нурутдинов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 134-138.

© Ростовцев В.С., Хакимов Р.М., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., 2024

В.С. Ростовцев

студент 5 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

dosent008@yandex.ru

А.В. Баннова

канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

Г.Р. Бакиева

канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

СИСТЕМА 5S – КАК ОСНОВА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Система 5S является одним из основных инструментов бережливого производства. Она включает в себя пять шагов, каждый из которых начинается с буквы S на японском языке: Seiri (сортировка), Seiton (систематизация), Seiso (чистота), Seiketsu (стандартизация), Shitsuke (дисциплина). В статье описывается каждый из пяти элементов системы (Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain), даётся объяснение их значений и роль в повышении эффективности работы предприятия.

Ключевые слова: Система 5S, бережливое производство, сортировка, систематизация, чистота, стандартизация, дисциплина.

Бережливое производство – это подход к управлению процессами, который помогает сделать их более эффективными и менее затратными. Он основан на идее, что нужно удалять всё лишнее из рабочих процессов, чтобы сосредоточиться только на том, что действительно важно для клиента [1]. Это позволяет сократить затраты времени и ресурсов, улучшить качество продукции и услуг, а также повысить удовлетворенность клиентов.

Одним из основных инструментов бережливого производства, который может использоваться в любой отрасли промышленности для повышения эффективности работы и улучшения качества продукции или услуг, является система «Упорядочение» или «5S». Система «5S» - это методика организации и рационализации рабочего пространства, которая позволяет улучшить эффективность работы, сократить потери и улучшить условия труда на рабочем месте. Она включает в себя пять основных этапов или S [2].

Сортировка (Seiri) – это первый этап системы 5S, который предполагает удаление ненужных предметов, материалов и оборудования с рабочего места. Это позволяет освободить пространство, упростить работу и сократить время на поиск необходимых предметов

На этапе Сортировки необходимо провести анализ используемых предметов и определить, какие из них действительно необходимы для выполнения работы, а какие - нет. Ненужные предметы могут включать устаревшие инструменты,

изношенные детали, лишние запасы материалов, документацию, которая больше не используется, и т.д.

При удалении ненужных предметов необходимо соблюдать правила безопасности и охраны окружающей среды. Если предметы не могут быть использованы в дальнейшем, они должны быть утилизированы согласно требованиям законодательства [3].

Если при сортировке не удаётся сразу определить нужный этот предмет или нет, то необходимо использовать метод красных ярлыков. Этот метод, также известный как метод красной метки, является одним из инструментов, используемых в методологии 5S для улучшения организации и эффективности рабочего места. Этот метод обычно используется, когда все предметы на рабочем месте были классифицированы и упорядочены. На каждый предмет, который используется редко или не используется вообще, наклеивается красный ярлык или метка. Это может быть красная наклейка, стикер или просто надпись красным маркером. После того как все такие предметы помечены, сотрудники должны проанализировать их и решить, нужно ли иметь эти предметы на рабочем месте. Если предмет действительно необходим, то его оставляют и убирают красную метку. Если же предмет не нужен, то его удаляют с рабочего места. Метод красных ярлыков помогает выявить ненужные или редко используемые предметы, которые занимают ценное пространство и могут создавать беспорядок на рабочем месте. Этот метод также способствует формированию привычки у сотрудников регулярно анализировать и оптимизировать свое рабочее пространство.

После удаления ненужных предметов рабочее место должно быть организовано таким образом, чтобы оставшиеся предметы были легко доступны, использовались наиболее эффективно и не создавали помех в работе. Это достигается на следующем этапе системы 5S - Систематизации.

Систематизация (Seiton) – это второй этап системы 5S, на котором проводится организация рабочего пространства и расположение оставшихся предметов таким образом, чтобы обеспечить удобство и безопасность работы, а также минимизировать время на поиск и использование необходимых инструментов и материалов.

Основные принципы систематизации включают:

Рациональное использование пространства: предметы должны быть расположены таким образом, чтобы не занимать лишнее место и не создавать препятствий для передвижения работников [4].

Группирование предметов по категориям: инструменты, материалы, документация и т. д. должны быть разделены на группы, что облегчает их поиск и использование.

Использование органайзеров и контейнеров: для хранения мелких предметов можно использовать органайзеры, полки, ящики и контейнеры, которые обеспечивают порядок на рабочем месте и защищают предметы от пыли и повреждений.

Соблюдение правил безопасности: предметы, представляющие опасность для здоровья или окружающей среды, должны быть размещены таким образом, чтобы исключить возможность их случайного использования или повреждения.

Стандартизация расположения предметов: после того, как рабочее место организовано, необходимо разработать и внедрить стандарты расположения предметов, которые должны соблюдаться всеми работниками [5]. Это поможет поддерживать порядок на рабочем месте и предотвратит его захламление.

Содержание в чистоте (Seiso) – это третий этап системы 5S, целью которого является поддержание порядка и чистоты на рабочем месте. Этот этап включает в себя регулярную уборку и удаление загрязнений, а также контроль за соблюдением стандартов чистоты и порядка.

Для поддержания чистоты на рабочем месте необходимо проводить уборку регулярно и своевременно. Уборку можно проводить как самостоятельно, так и с помощью специализированных служб. При уборке необходимо удалять пыль, грязь, мусор и другие загрязнения, которые могут мешать работе или представлять опасность для здоровья.

Также на этом этапе необходимо контролировать соблюдение стандартов чистоты, которые были разработаны на предыдущем этапе. Стандарты должны включать требования к чистоте рабочих поверхностей, инструментов, оборудования и других предметов на рабочем месте.

Регулярное проведение уборок и контроль за соблюдением стандартов чистоты помогут поддерживать рабочее место в порядке и обеспечить безопасность и комфорт работы для всех сотрудников.

Стандартизация (Seiketsu) – это четвертый этап системы 5S, целью которого - разработка и внедрение стандартов, обеспечивающих поддержание порядка и чистоты на рабочем месте. На этом этапе определяются правила и процедуры, которые должны выполняться всеми сотрудниками для поддержания порядка и чистоты.

Цель стандартизации в рамках методологии 5S состоит в том, чтобы сделать процесс поддержания порядка и организованности на рабочем месте предсказуемым и систематическим. Это позволяет сотрудникам легко ориентироваться в рабочей среде, снижает вероятность ошибок и повышает эффективность работы. Для достижения этой цели важно, чтобы стандарты были простыми, понятными и применимыми на практике. Они должны быть разработаны с учетом специфики конкретного рабочего места и согласованы со всеми сотрудниками, которые работают на этом месте. Стандарты должны регулярно пересматриваться и обновляться, чтобы они оставались актуальными и эффективными. Это может включать в себя регулярную оценку соответствия стандартам, обучение персонала новым процедурам и инструментам, а также внесение необходимых корректировок.

Стандарты должны быть разработаны с учетом особенностей конкретного рабочего места и требований к выполнению работ [6]. Они могут включать в себя требования к расположению предметов на рабочем месте, к частоте уборки, к использованию инструментов и оборудования, к одежде сотрудников и т.д.

Внедрение стандартов может осуществляться через обучение сотрудников, проведение тренингов и семинаров, а также через контроль за соблюдением установленных правил и процедур. Регулярное проведение аудитов и проверок позволяет убедиться в том, что стандарты выполняются и рабочее место соответствует требованиям системы 5S.

Совершенствование (Shitsuke) – это заключительный этап системы 5S, цель которого заключается в формировании привычки соблюдения всех принципов 5S и постоянном совершенствовании рабочего процесса. На этом этапе необходимо поддерживать и развивать достигнутые результаты, а также искать возможности для улучшения и оптимизации рабочего места. Совершенствование может включать в себя следующие действия: регулярный мониторинг и анализ рабочего процесса с целью выявления потерь и возможностей для улучшения; внедрение новых технологий и инструментов, которые могут помочь улучшить процесс работы; обучение сотрудников новым методам работы и повышение их квалификации; проведение мероприятий по улучшению условий труда и повышению безопасности на рабочем месте.

Примеры того, как можно реализовать Shitsuke:

- Регулярная оценка и аудит: Проводите регулярные проверки, чтобы убедиться, что все сотрудники соблюдают правила и стандарты, установленные в рамках 5S. Это может включать аудиты, где вы проверяете, насколько хорошо поддерживаются рабочие места, и даёте обратную связь сотрудникам.

- Постоянное обучение: Предоставляйте сотрудникам возможность обучаться новым методам работы и повышать свою квалификацию. Это поможет им лучше понимать важность поддержания чистоты и порядка на рабочем месте.

- Награды и поощрения: Введите систему наград для сотрудников, которые особенно хорошо справляются с поддержанием порядка и чистоты на своих рабочих местах. Это может быть что-то простое, например, публичное признание или небольшой приз.

- Установление культуры ответственности: Создайте культуру ответственности среди сотрудников, где каждый чувствует себя ответственным за поддержание чистоты и порядка на своём рабочем месте. Это может включать в себя проведение регулярных собраний, где обсуждаются проблемы и предлагаются решения.

- Анализ данных и улучшение процессов: Используйте данные о производительности и качестве продукции для анализа и улучшения рабочих процессов. Это поможет выявить слабые места и найти способы их устранения.

Совершенствование – это непрерывный процесс, который требует постоянного внимания и усилий со стороны всех сотрудников.

Таким образом, применение принципов бережливого производства позволяет сократить издержки, время производственного цикла, повысить качество продукции и уровень удовлетворенности клиентов. На примере рассмотренного предприятия видно, что внедрение инструментов и методов бережливого производства способствует увеличению производительности, улучшению условий труда и снижению уровня брака. Однако для успешного внедрения

бережливого производства необходимо провести тщательный анализ текущего состояния предприятия, определить основные проблемы и разработать план действий по их решению. Важным аспектом также является обучение персонала и создание корпоративной культуры, поддерживающей постоянное улучшение и инновации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хакимов, Р.М. Бережливое производство как инструмент развития на предприятиях аппаратостроения / Р.М. Хакимов, Г.Ю. Исянчурина // Актуальные научно-технологические проблемы эффективного развития аппаратостроения для нефтегазохимического комплекса: Материалы Международной научно-практической конференции, Уфа, 13–16 октября 2020 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2020. – С. 48-52.

2. Хакимов, Р.М. Применение системы 5 s для уменьшения потерь и улучшения качества выпускаемой продукции на предприятии / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Ю.А. Хафизова // Актуальные вопросы аппаратостроения: Материалы всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 155-157.

3. Хакимов, Р.М. Особенности внутреннего аудита системы менеджмента качества / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Нурутдинов // Актуальные вопросы аппаратостроения: Материалы всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 142-146.

4. Хакимов, Р.М. Организация и проведение внутреннего аудита СМК на промышленном предприятии / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Р.Н. Галиахметов // Актуальные вопросы аппаратостроения: Материалы всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 147-150.

5. Хакимов, Р.М. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Рукомойников // Актуальные вопросы аппаратостроения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 114-121.

6. Оценка системы качества на промышленном предприятии / К.Э. Сайпанова, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов // Актуальные вопросы аппаратостроения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 83-89.

© Ростовцев В.С., Хакимов Р.М., Баннова А.В.,
Бакиева Г.Р., 2024

В.С. Ростовцев

студент 5 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

dosent008@yandex.ru

А.В. Баннова

канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

Г.Р. Бакиева

канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ СИСТЕМЫ КАНБАН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ

Система Канбан, разработанная японской компанией Toyota, применяется для оптимизации производственных процессов и логистики. Она используется в различных отраслях промышленности, включая автомобильную, электронную и фармацевтическую, а также в сфере услуг, таких как здравоохранение, образование и розничная торговля. Основные принципы системы Канбан включают ограничение запасов сырья и компонентов на складе, постоянный мониторинг производственных процессов, регулярное обновление информации о потребностях клиентов и организацию эффективной логистической цепочки

Ключевые слова: система Канбан, бережливое производство, Канбан – доска, карточки Канбан.

В условиях постоянно меняющегося рынка и растущей конкуренции, предприятиям необходимо искать новые методы и подходы к управлению, которые позволят им оставаться эффективными, конкурентоспособными и адаптивными. Одним из таких методов является Бережливое производство (Lean Production), которое представляет собой философию управления предприятием, направленную на устранение потерь и оптимизацию процессов с целью повышения качества продукции и снижения издержек [1].

Один из эффективных инструментов по борьбе с потерями в производстве медицинской аппаратуры является система Канбан [2].

В переводе с японского Канбан означает “сигнальная карта” (かんばん на Хирагане) или “знак” или “большой визуальный щит” (看板 на Канджи).

Система Канбан – это метод управления производством и запасами, основанный на принципах «точно в срок» (just-in-time) и «бережливого производства» (lean manufacturing). Система Канбан позволяет оптимизировать производственные процессы, сократить время выполнения заказов и уменьшить затраты на хранение запасов [3]. Данная система была придумана Тайити Оно в знаменитой компании Тойота, с целью улучшения производственных процессов. Основная идея Канбан заключается в том, что производство и поставки материалов и комплектующих осуществляются только тогда, когда это

необходимо для выполнения текущей задачи. Это позволяет избежать накопления запасов и связанных с этим затрат на хранение и обслуживание

Система Канбан основана на использовании специальных карточек, бирок или стикеров которые служат сигналом для производства или поставки новой партии материалов. Эти карточки перемещаются по производственной линии, указывая на необходимость выполнения определённого этапа работы

В настоящее время широкое распространение получила канбан-доска, которая позволяет визуально представить текущий процесс выполнения задач. Такое представление дает компаниям внедряющим этот метод, или индивидуальным пользователям четко распределять задачи, перенаправлять усилия и расставлять приоритеты.

Выглядит это следующим образом: доску разделяют на отдельные столбики которые характеризуют определенные этапы работы (рисунок 1).

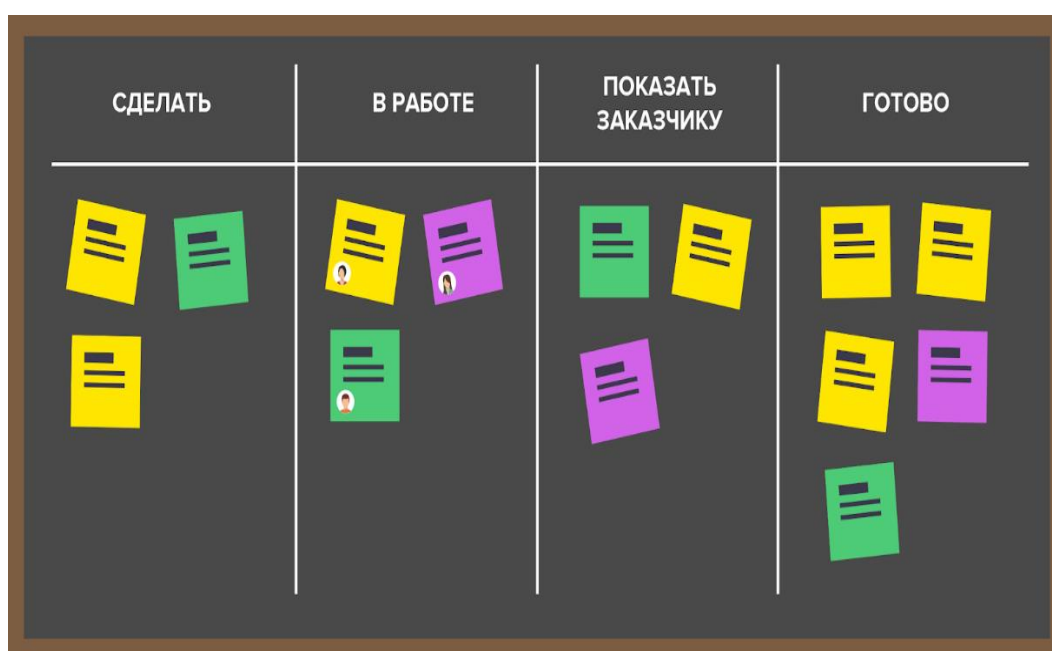


Рисунок 1 – Канбан-доска

Дальше нужно поместить карточки-задачи, на которых, как правило, есть следующая информация:

1. Название задачи или проекта: чётко сформулированное описание работы, которую необходимо выполнить.

2. Описание задачи: краткое описание того, что необходимо сделать.

3. Статус задачи: текущий этап выполнения задачи (например, «в работе», «ожидает проверки», «завершено»).

4. Приоритет задачи: уровень важности задачи в контексте других задач в системе (например, высокий, средний, низкий).

5. Владелец задачи: сотрудник, ответственный за выполнение задачи.

6. Сроки выполнения: дата или временной интервал, к которому задача должна быть выполнена.

7. Комментарии: дополнительная информация, которая может быть полезна для выполнения задачи.

Правила работы с доской:

- Не забывать перемещать карточки по мере их движения по стадиям
- Помещать все рабочие задачи на доску
- Разделять доски по отделам, не допуская смешивания задач
- Ограничить количество карточек по столбикам для избежания перегруженности
- Регулярно проверять доску
- Поддерживать активное взаимодействие членов команды между собой для координации действий и обмена информацией
- Анализировать доску после завершения какого-либо проекта с целью улучшения

В привычном виде Канбан представляет из себя доску, к которой крепятся различные стикеры с подписью конкретной задачи, ответственным за выполнение, приоритетом и т.д. (рисунок 2)



Рисунок 2 – Доска Канбан

Для эффективного внедрения системы Канбан рекомендуется использовать интернет-сервис Weeek (<https://weeek.net/ru>), который предлагает цифровую версию доски Канбан с большими функциями.

Необходимо зарегистрироваться, создать новый проект и добавить пользователей, в данном случае всех лиц участвующих в работе отдела, для которых будут распределены задачи. Далее нужно понять как устроены процессы вашего проекта, и сделать разбиение на стадии готовности, согласно основам методики «Канбан» (рисунок 3).

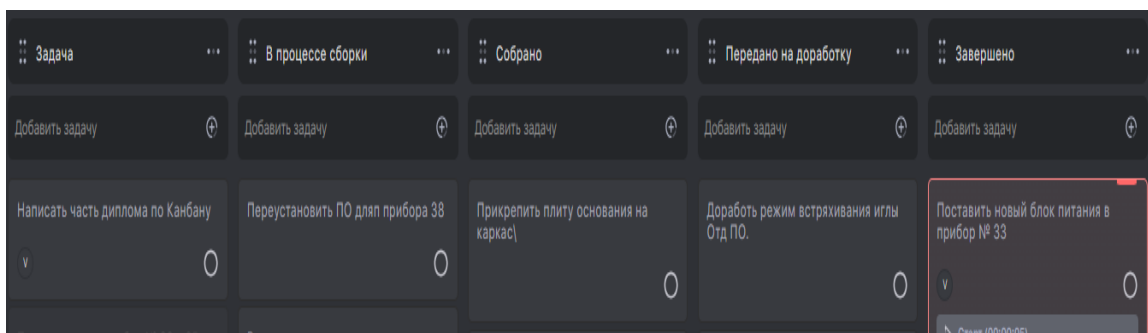


Рисунок 3 – Стадии Канбан

В данном случае это колонки:

- «Задача» - в ней указывается непосредственно задача, которую нужно выполнить
- «В процессе сборки» - если карточка стоит в этой колонке, это значит что задача принята в работу и выполняется
- «Собрано» - задача выполнена и должна быть подтверждена
- «Передано в доработку» - задача перемещается в данную колонку из предыдущих по каким-то причинам, например доработка детали до новых стандартов.

Затем нужно нажать на кнопку «Добавить задачу», внести описание того, что нужно делать, указать тип, исполнителя и проект к которому она относится.

Функционал сервиса позволяет гибко отображать информацию в разных формах: неделя, доска, месяц, список (рисунок 4).

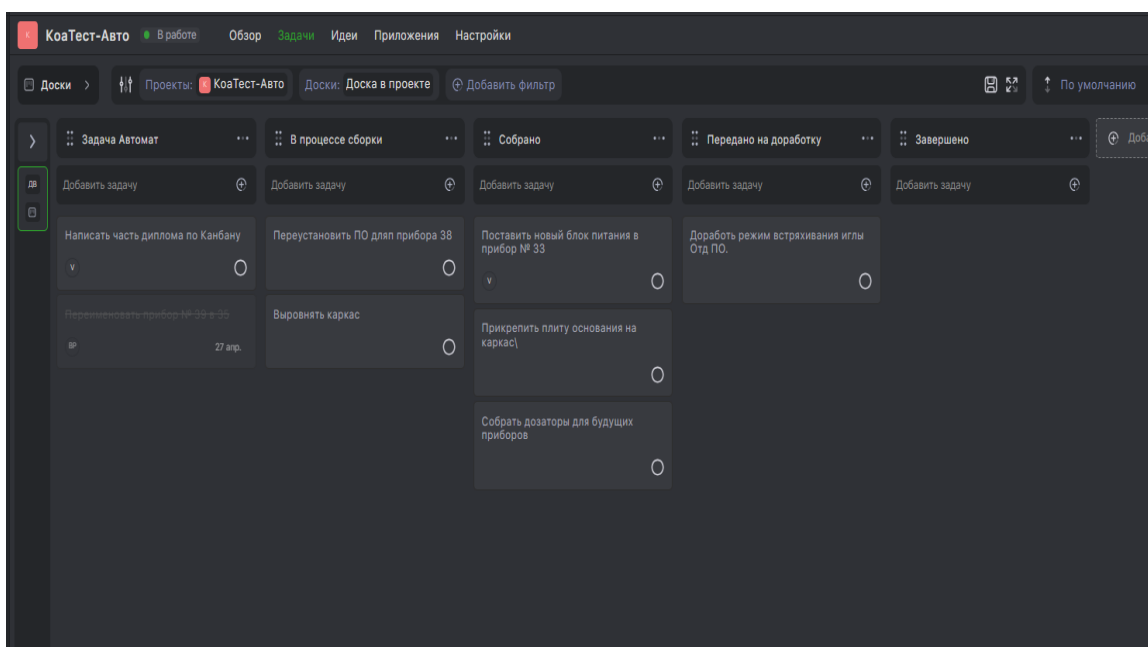


Рисунок 4 – Интерфейс проекта в виде доски Канбан

Для каждой задачи можно установить дату исполнения, оценить время, которое потребуется на её выполнение, а также определить тип задачи. Это может быть какое-либо действие, встреча или звонок. Кроме того, можно установить приоритет исполнения, который позволит пользователю сразу видеть

важность задачи. Это особенно полезно, когда необходимо выполнить несколько задач одновременно, а также делает процесс управления задачами более эффективным и удобным для пользователя. Это позволяет лучше организовать свою работу и достичь поставленных целей в срок.

Помимо прочего по каждой задаче можно посмотреть историю каждого изменения, прикреплять различные файлы, запускать таймер, смотреть статистику времени исполнения что позволяет максимально отслеживать все процессы. Также присутствует «Помodoro-таймер», одна из техник тайм-менеджмента, для планирования работы.

В виду современных тенденций использования личных гаджетов, а именно мобильных телефонов, данный сервис предлагает к использованию мобильное приложение, которой можно бесплатно скачать из соответствующих магазинов. В данном случае это приложение на базе операционной системы iOS, но также есть и на базе Android. Само приложение имеет усеченный функционал и интерфейс, который позволит администраторам ставить задачи, сроки, приоритет, а пользователям просматривать как личные так и общие задачи, давать комментарии и соответственно выполнять (рисунок 5).

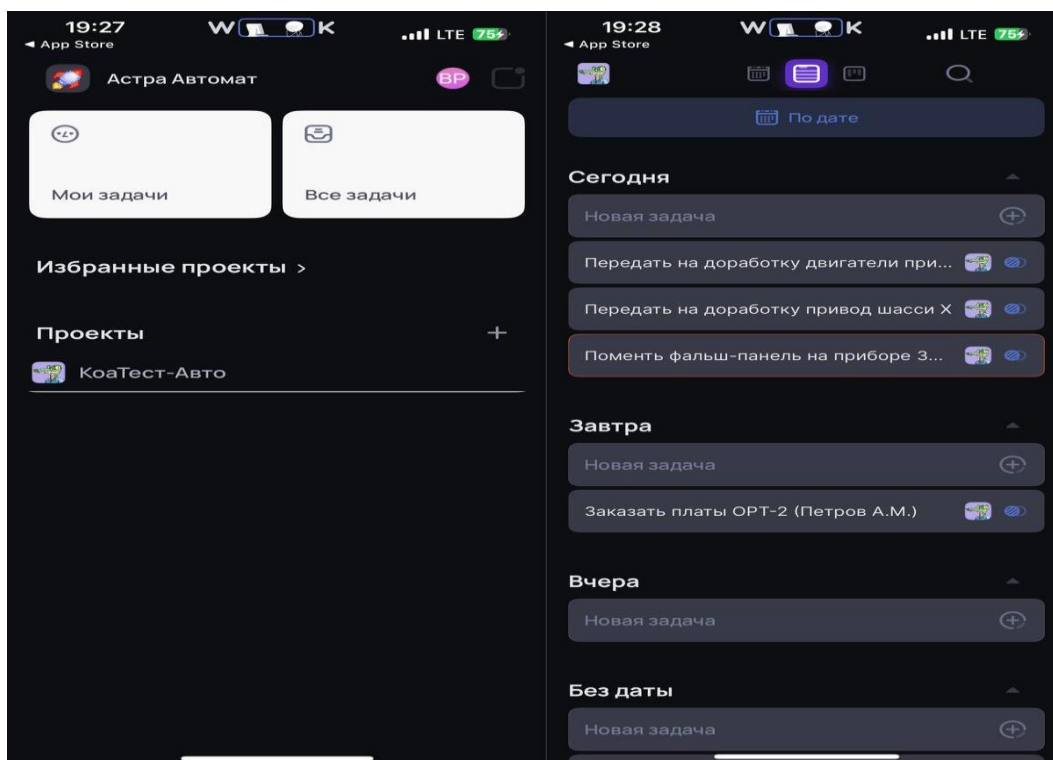


Рисунок 5 –Интерфейс начального экрана

Отдельно по данному сервису хочется отметить возможность интеграции с мессенджером Telegram, которая позволит присылать уведомления о всех изменениях, задачах и т.д. Данная функция будет невероятно полезной в виду того, что Россия является одной из лидирующих стран в цифрофикации различных процессов, а также потому что большая часть населения, в том числе и старшее поколение, имеет современные мобильные устройства и активно

использует установленные на них мессенджеры, для решения повсеместных рабочих задач.

Для этого необходимо, пройдя по ссылке, следовать инструкциям мессенджера и, с помощью встроенного конструктора и простых логических команд, создать специального телеграм-бота, которому нужно присвоить имя и уникальное название на английском языке (рисунок 6).

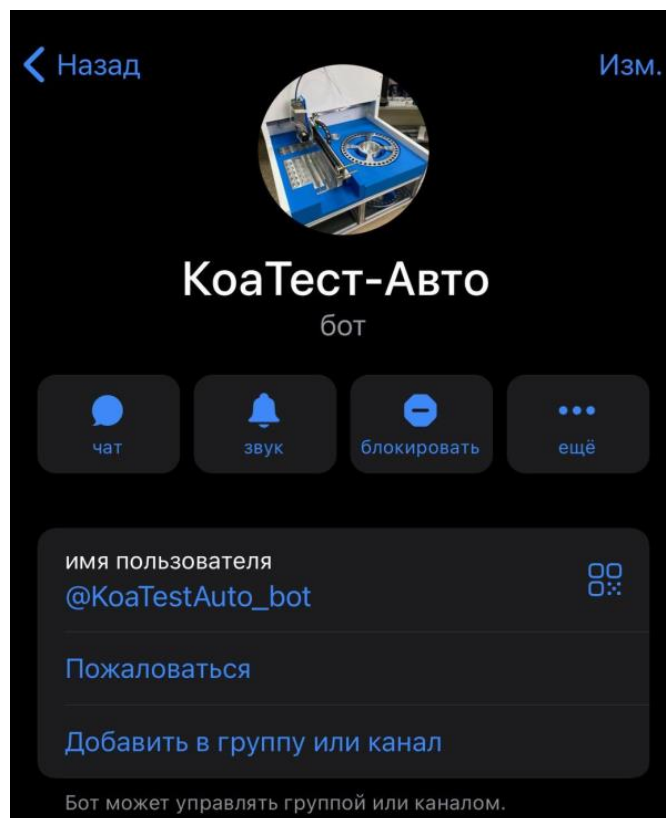


Рисунок 6 – Готовый бот

Далее нужно связать бота с сервисом, с помощью уникального API-токена, создать рабочий чат, и также привязать к сервису, затем остается добавить коллег, которые участвуют в процессе работы.

В последующем, при поступлении или изменении задачи, в мобильной или компьютерной версии сервиса, каждое уведомление будет приходить в бот в текстовом виде, что позволит сократить время получения информации как для рабочего персонала, так и для руководителя, что в свою очередь должно ускорить затрагиваемые процессы, сократить временные издержки и позволит хранить историю изменений, если понадобится восстановить какие-либо события (рисунок 7).

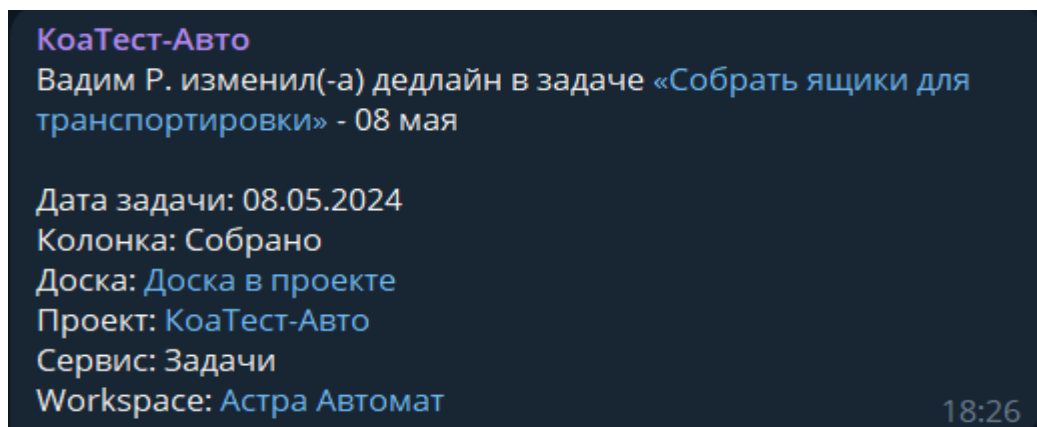


Рисунок 7 – Постановка срока исполнения

Для успешного внедрения бережливого производства необходимо провести тщательный анализ текущего состояния предприятия, определить основные проблемы и разработать план действий по их решению. Важным аспектом также является обучение персонала и создание корпоративной культуры, поддерживающей постоянное улучшение и инновации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хакимов, Р.М. Бережливое производство как инструмент развития на предприятиях аппаратостроения / Р.М. Хакимов, Г.Ю. Исянчурина // Актуальные научно-технологические проблемы эффективного развития аппаратостроения для нефтегазохимического комплекса: Материалы Международной научно-практической конференции, Уфа, 13–16 октября 2020 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2020. – С. 48-52.
2. Хакимов, Р.М. Применение системы 5 s для уменьшения потерь и улучшения качества выпускаемой продукции на предприятии / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Ю.А. Хафизова // Актуальные вопросы аппаратостроения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 155-157.
3. Хакимов, Р.М. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Рукомойников // Актуальные вопросы аппаратостроения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 114-121. – EDN MTQJFW.
4. Оценка системы качества на промышленном предприятии / К.Э. Сайпанова, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов // Актуальные вопросы аппаратостроения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 83-89.

© Ростовцев В.С., Хакимов Р.М., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., 2024.

Р.М. Хакимов,
канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
dosent008@yandex.ru

А.В. Баннова,
канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
А.А. Нурутдинов,
канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕГО УСЛУГИ

Термин «качество обслуживания», которое рассматривается как совокупность характеристик процесса и условий обслуживания, обеспечивающих удовлетворение установленных или предполагаемых потребностей потребителя [1].

Свойства услуги – это важные параметры, которые помогают оценить качество предоставляемого сервиса. Они используются различными организациями и людьми для определения уровня обслуживания. Существует несколько типов свойств услуги: производственные, функциональные и потребительские.

Производственные свойства услуги связаны с процессом ее создания и обладают определенными физико-техническими характеристиками. Однако стоит отметить, что производственные характеристики не всегда являются прямым показателем качества услуги. Функциональные свойства услуги определяют ее способность удовлетворять потребности клиента. Это может включать такие аспекты, как скорость выполнения работы, точность исполнения заказа и другие факторы. Потребительские свойства услуги относятся к тому, насколько она соответствует ожиданиям клиента. Это может включать такие аспекты, как удобство использования продукта или услуги, уровень комфорта при получении обслуживания и другие факторы [2].

Перед тем как предложить товар или сервисный продукт, очень важно провести его тестирование, чтобы оценить его функциональность. Функциональные свойства не могут полностью определить качество услуг и сервисных продуктов. Для этого нужно учитывать потребительские свойства. Потребительские свойства - это набор показателей, которые наиболее важны для клиента. Именно они показывают реальное качество услуги [3].

Для того чтобы услуга могла удовлетворить определенные потребности клиента, она должна обладать рядом важных характеристик. При разработке требований к услугам необходимо учитывать множество аспектов, которые влияют на общее восприятие и успешность предоставляемых услуг. Одним из ключевых факторов является время ожидания клиентов. Точное соблюдение сроков исполнения услуг также играет важную роль, позволяя клиентам планировать свое время и быть уверенными в качестве обслуживания [4]. Количество сотрудников и наличие необходимого оборудования также важны

для обеспечения эффективной работы и предоставления услуг на высоком уровне. Кроме того, доверие потребителей является основой успешного бизнеса, поэтому необходимо стремиться к установлению долгосрочных отношений с клиентами, обеспечивая им качественное обслуживание и удовлетворение их потребностей [5].

Важным аспектом является также обеспечение безопасности клиентов и соблюдение всех необходимых стандартов гигиены. Эстетичность услуг, вежливое обслуживание, удобство и гигиеничность играют также важную роль в формировании положительного опыта клиентов и укреплении репутации салона.

При определении требований к услугам необходимо учитывать как количественные, так и качественные характеристики, стремясь к созданию уникального и привлекательного предложения для клиентов [6].

Важнейшим моментом являются методы оценки качества услуг. Они основаны на использовании определенного набора характеристик, которые относятся как к итоговому результату, так и к процессу оказания услуги, а также к условиям обслуживания. Краткая характеристика методов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Методы оценки составляющих качества услуг

Метод (авторы, год)	Составляющие качества услуги	Шкала оценки	Способ оценки	Метод сбора информации	Ранжирование составляющих по важности
SERVQUAL Парасурман, Цейтамль, Бери (1985)	материальность, надежность, отзывчивость, убежденность, сочувствие	7-балльная шкала Лайкерта	Потребитель оценивает качество услуг, сравнивая свои ожидания с фактическим восприятием	Формализованная анкета	Да
SERVPERF Кронин и Тейлор (1992)	материальность, надежность, отзывчивость, убежденность, сочувствие	7-балльная шкала Лайкерта	Потребитель оценивает качество услуг на основе восприятия	Формализованная анкета	Да

Нормированное качество (Teas, 1994)	материальность, надежность, отзывчивость, убежденность, сочувствие	7-бальная шкала Лайкерта	Потребитель оценивает качество услуг, сравнивая восприятие с двумя видами ожиданий: идеальными и возможно достижимыми	Формализованная анкета. Опрос путем интервью	Да
QUALITOMETRO (Франчесчини и Розетто, 1997)	материальность, надежность, отзывчивость, убежденность, сочувствие	7-бальная шкала Лайкерта	Потребитель оценивает качество услуг, сравнивая свои ожидания (до оказания услуги) с фактическим восприятием (после оказания услуги).	Формализованная анкета	

Одним из наиболее известных и актуальных методов оценки качества предоставляемых услуг, который продолжает сохранять свою ведущую роль и по сей день, является метод SERVQUAL.

Для разработки эффективной стратегии улучшения качества предприятия представляющего услуги, необходимо провести тщательный анализ с помощью метода SWOT-анализа. Этот метод позволит выявить сильные и слабые стороны предприятия, его возможности и угрозы. Результаты анализа помогут оценить конкурентоспособность салона, его конкурентный потенциал и выявить стратегические вопросы, с которыми сталкивается организация. В процессе анализа определяется область, в которой салон наиболее компетентен, а также области, в которых есть потенциал для улучшения.

Ниже представлена таблица, в которой указаны сильные и слабые стороны предприятия представляющего услуги, на примере салона красоты (таблица 2).

Таблица 2 – Сильные и слабые стороны

Сильные стороны (S)	Слабые стороны (W)
<ul style="list-style-type: none"> 1. Высококвалифицированные сотрудники 2. Качественные материалы для работы 3. Наличие современного оборудования 4. Удачное расположение в центре города 5. Высокая проходимость 6. Достаточно большая клиентская база 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Относительно высокие цены на услуги 2. Наличие конкурентов, которые положительно зарекомендовали себя 3. Отсутствие безналичного расчета

После анализа внешней среды, можно составить список потенциальных угроз и возможностей, с которыми сталкивается салон красоты в процессе своей работы (см. таблица 3).

Таблица 3 – Возможности и угрозы

Возможности (О)	Угрозы (Т)
1. Внедрение терминала для безналичного расчета 2. Создание бонусной программы для клиентов 3. Формирование и укрепление положительного имиджа салона 4. Регулярное повышение квалификации сотрудников	1. Появление на рынке новых конкурентов 2. Действующие салоны могут расширить услуги и перенять клиентов 3. Зависимость от доходов населения 4. Рост цен на аренду помещения 5. Рост цен на материалы

После определения взаимосвязей между угрозами и возможностями разрабатываются стратегии развития организации (таблица 4).

Таблица 4 – SWOT-анализ деятельности предприятия

«Сила и возможности»	«Силы и угрозы»
1. Внедрение терминала безналичного расчета для удобства клиентов 2. Бонусная программа поможет превратить новых клиентов в постоянных 3. Регулярное обучение сотрудников обеспечит высокое качество услуг	1. Высокая квалификация персонала и удачное расположение позволит сохранять хорошие конкурентные позиции 2. Хорошее понимание потребителей поможет изменять перечень услуг даже при низком спросе 3. База постоянных клиентов позволит салону быть лидером среди конкурентов
«Слабости и возможности»	«Слабости и угрозы»
1. Снижение цен поможет привлечь потенциально новых клиентов 2. Использование гибкой бонусной системы	1. Отсутствие безналичного расчета может привести к потере клиентов 2. В случае снижения доходов у населения, например, в кризис, произойдет резкий отток клиентов. 3. Значительный рост цен на аренду помещения и материалы скажется на прибыли

Согласно результатам проведенного SWOT-анализа, ключевыми стратегическими целями на среднесрочную перспективу являются следующие:

- внедрение безналичного расчета для клиентов;
- регулярное повышение квалификации сотрудников;
- создание бонусной системы для постоянных клиентов.

Для преодоления слабых сторон необходимо внести изменения в текущую деятельность. Предложенные стратегии не только поспособствуют развитию деятельности в будущем, но также позволят салону достичь нового уровня и укрепить свою конкурентоспособность.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хакимов, Р.М. Современные методы оценки эффективности управления инновационными предприятиями / Р.М. Хакимов, Ф.Ф. Сафин, А.И. Гилязова // Евразийский юридический журнал. – 2021. – № 5(156). – С. 483-484.

2. Хакимов, Р.М. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Рукомойников // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 114-121.

3. Оценка системы качества на промышленном предприятии / К.Э. Сайпанова, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 83-89.

4. Хакимов, Р.М. Контроль качества продукции на производстве автопластика / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Нурутдинов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 134-138.

5. Анализ деятельности предприятия ИП "Кофе у камина" с точки зрения удовлетворённости потребителей / Р.Р. Басырова, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 43-48.

6. Хакимов, Р.М. Особенности внутреннего аудита системы менеджмента качества / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Нурутдинов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 142-146.

© Хакимов Р.М., Баннова А.В., Нурутдинов А.А., 2024

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
dosent008@yandex.ru

Р.Н. Галиахметов

доктор техн. наук, профессор УУНУТ, г. Уфа

И.П. Юминов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

КАЧЕСТВО ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАЯВОК ЦЕНТРАЛЬНЫМ СКЛАДОМ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Качество выполнения заявок центральным складом комплектующих изделий на предприятии зависит от многих факторов. Для анализа применим диаграмму Исикавы – это наиболее эффективный метод в своем роде (рисунок 1). Основным фактором, влияющим на качество работы центрального склада комплектующих изделий, является оборудование, используемое при входном контроле изделий поступающих от поставщиков. Конструктивно-технологические характеристики оборудования играют основную роль, зависит вероятность пропуска дефектной продукции от поставщиков. Чтобы гарантировать высокое качество работы склада, необходимо проводить регулярный контроль качества продукции и услуг.

Следующим фактором является среда процесса хранения и поиска комплектующих изделий. Чем лучше организована система хранения и поиска комплектующих изделий на складе, тем быстрее и точнее будут выполняться заявки подразделений предприятия. Для эффективной работы склада необходимо наличие соответствующего оборудования (стеллажи, тележки, погрузчики) и техники (компьютеры, сканеры штрих-кодов).

Такой фактор как «Технологические методы» в работе склада комплектующих изделий включает в себя различные способы организации и автоматизации процессов хранения, учета и перемещения товаров. Они позволяют оптимизировать работу склада, сократить затраты времени и ресурсов, а также минимизировать ошибки и потери.

Работа склада комплектующих изделий требует использования специализированных инструментов и материалов для эффективной организации процессов хранения, учета и перемещения товаров: инструменты для маркировки и идентификации товаров, информационные таблички и знаки, помогающие персоналу быстро ориентироваться на складе и выполнять операции более эффективно, материалы для упаковки и защиты товаров, измерительные инструменты (рулетки, линейки, весы и другие инструменты, необходимые для измерения размеров и веса товаров), канцелярские принадлежности.

Немаловажным фактором является квалификация персонала. Качество работы склада напрямую зависит от квалификации его работников. Важно, чтобы персонал был обучен правильному обращению с товарами, знал правила безопасности и умел работать с компьютерными программами. Такой фактор как эффективное управление запасами позволяет избежать дефицита товаров на складе и оптимизировать затраты на хранение. Хорошая организация логистики поставок позволяет минимизировать время доставки товаров до клиента и снизить затраты на транспортировку, а это зависит от квалификации персонала.

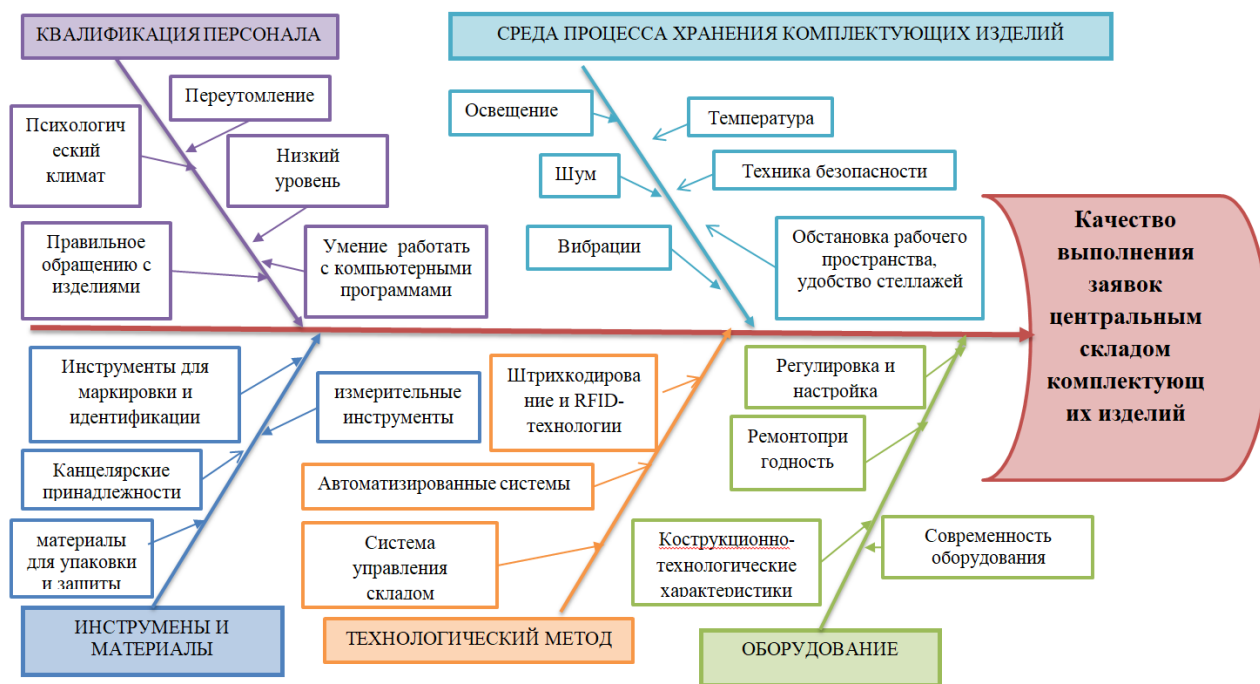


Рисунок 1 – Диаграмма Исикавы «Качество выполнения заявок центральным складом комплектующих изделий»

Причинами снижения качества выполнения заявок центральным складом комплектующих изделий, по статистике являются: «Выдано не то изделие», «Не вовремя привезли изделие», «Не то количество изделий», «Нарушение требований сохранения соответствия продукции».

Выдача не того изделия может привести к неправильной сборке продукции, что в свою очередь может повлиять на ее качество и безопасность. Нарушение сроков доставки изделий может вызвать задержки в производстве и снизить его эффективность. Неправильное количество изделий может привести к избытку или недостатку материалов на складе, что также влияет на эффективность работы.

Внедрение гравитационных стеллажей может помочь решить эти проблемы. Гравитационные стеллажи позволяют быстро и точно находить необходимые товары, что помогает избежать ошибок при выдаче изделий. Кроме того, они позволяют оптимизировать процесс подбора товаров, что ускоряет выполнение заказов и уменьшает вероятность задержек.

Гравитационные стеллажи – эффективный способ организации хранения товаров на складе. Они позволяют оптимизировать процесс подбора продукции и увеличить скорость обработки заказов.

Зона хранения склада рекомендую оборудовать фронтальными и стеллажными системами. На первом ярусе расположить – гравитационные стеллажи, устроенные по принципу каракури, выше расположить – ещё шесть ярусов с комплектующими. По проходам установить ричтраки. Каждый из них оборудовать видеокамерой, помогающей правильно позиционировать вилы, снизить риск повреждения комплектующих и стеллажей. На противоположной стороне – расположить зону комплектования. Адреса назначения обозначать номерами бригад и цехов сборки. Пока водители ричтраков при размещении деталей на складе и комплектовании заказов будут делать отметки в бумажной ведомости, данные в систему ERP будет вносит оператор. Система управления складом станет ещё быстрее.

На рисунке 2 представлен пример размещения нижнего яруса склада, сделанного по принципу каракури: тара с метизами сама идёт к комплектовщику в руки.



Рисунок 2 - Нижний ярус склада сделан по принципу каракури

Номер детали, количество и адрес хранения будут поступать на терминал водителю ричтрака. Информация о перемещениях детали тут же будет транслироваться в систему ERP. При таком подходе практически исключены ошибки, а если они и будут допущены, неправильно размещившего груз можно будет найти за пару минут.

Необходимо разместить ближе зоны оперативного обеспечения к производству. Подготовить место для будущих мини-складов, расположить их между двумя нитками главных сборочных конвейеров и чередовать с участками подсортировки. Времени на доставку будет уходить ещё меньше.

В результате модернизации повысится скорость процессов приёма и размещения ТМЦ. За счёт внедрения мобильных решений можно отказаться от бумажных форм и ручного ввода информации в систему SAP. Итогом внедрения платформы станет увеличение выполнения операций приёма и размещения на хранение.

Полную выгоду можно будет оценить после внедрения мобильного функционала на все внутрискладские процессы. В их числе - комплектование, отгрузка ТМЦ в сборочный цех, проведение инвентаризации на складе. По итогам пилотного внедрения можно предположить, что переход на мобильный функционал всех складских операций позволит увеличить пропускную способность склада до 20%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хакимов, Р.М. Контроль качества сварных швов и соединений / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Р.Н. Галиахметов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 122-128.

2. Хакимов, Р.М. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Рукомойников // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 114-121.

3. Хакимов, Р.М. Контроль качества продукции на производстве автопластика / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Нурутдинов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 134-138.

4. Входной контроль изделий / К.Э. Сайпанова, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 90-100.

5. Инструменты управления качеством при производстве композиционных материалов / А.Ф. Шигапова, Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева // Современные технологии композиционных материалов: материалы VI Всероссийской научно-практической молодежной конференции с международным участием, Уфа, 15 апреля 2021 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2021. – С. 173-176.

Л.В. Мокеева
студент 5 курса Нефтекамского филиала УУНУТ, г. Нефтекамск

Р.М. Хакимов
канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
dosent008@yandex.ru

А.В. Баннова
канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

Г.Р. Бакиева
канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

УЛУЧШЕНИЕ РАБОТЫ СКЛАДА КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ЗА СЧЕТ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ

Актуальность разработки комплекса мероприятий по улучшению работы центрального склада комплектующих изделий обусловлена важностью эффективной работы склада для обеспечения непрерывности производственного процесса [1]. Любые сбои на складе могут привести к серьезным проблемам в производственном процессе, поэтому разработка мер, направленных на улучшение работы склада, является актуальной задачей [2]. Для улучшения работы склада комплектующих изделий на предприятии предлагается внедрение системы «EME.WMS 5.5» — прорывное решение для управления складской логистикой. Программная часть WMS позволяет централизованно управлять складскими процессами и эффективно использовать инфраструктуру склада.

«EME.WMS 5.5» - это новый подход к внедрению конфигурируемой системы через предустановленные бизнес-процессы. Подход регламентирует работу по зафиксированным в системе сценариям. Действия инициирует система, а не сотрудник.

Для крупных складов с большой нагрузкой и количеством персонала. Работа в кластерном режиме и высокое быстродействие БД. Легкое масштабирование по филиалам. Единая система для всех филиалов, управление бизнес-процессами, мастер-данными [3]. Единое автоматизированное место оператора. Радикальное снижение требований к квалификации персонала. Интеллектуальный поиск. Глубокая аналитика для оператора. Поиск по любому атрибуту, по всей базе данных, связь всех событий с документами и исполнителями. Контроль за выполнением операций не только по статусам документов, но и по событиям. Возможность отслеживать и управлять цепочками всех документов в одном окне (рисунок 1).

Принципиально новый интерфейс 2024 года – диалог системы и человека в стиле WhatsApp или Telegram:

- сочетание сложных бизнес-процессов склада и простоты их выполнения сотрудником;
- понятные задания помогают легко выполнить любой процесс;

- понятное взаимодействие на человеческом языке и подсказки в каждый момент;
- минимальное время обучения;
- ChatWMS – это дальнейшее развитие идей пятого поколения WMS систем, изобретенных в Компании EME;
- теперь даже сложные бизнес-процессы управляются оператором удобно и просто. Процессы склада разбиваются на небольшие задания, где система сама вводит информацию, а оператору в виде чата задаются понятные вопросы. Нет возможности исказить или неверно пройти процесс. Зависимость в работе склада от знаний и опыта сотрудников снижается в разы;
- новый интерфейс – итог двухлетней разработки на основе идей пятого поколения. Уже более ста бизнес-процессов в системе охвачены новым интерфейсом;
- легкое масштабирование по филиалам;
- единая система для всех филиалов, управление бизнес-процессами, мастер-данными.

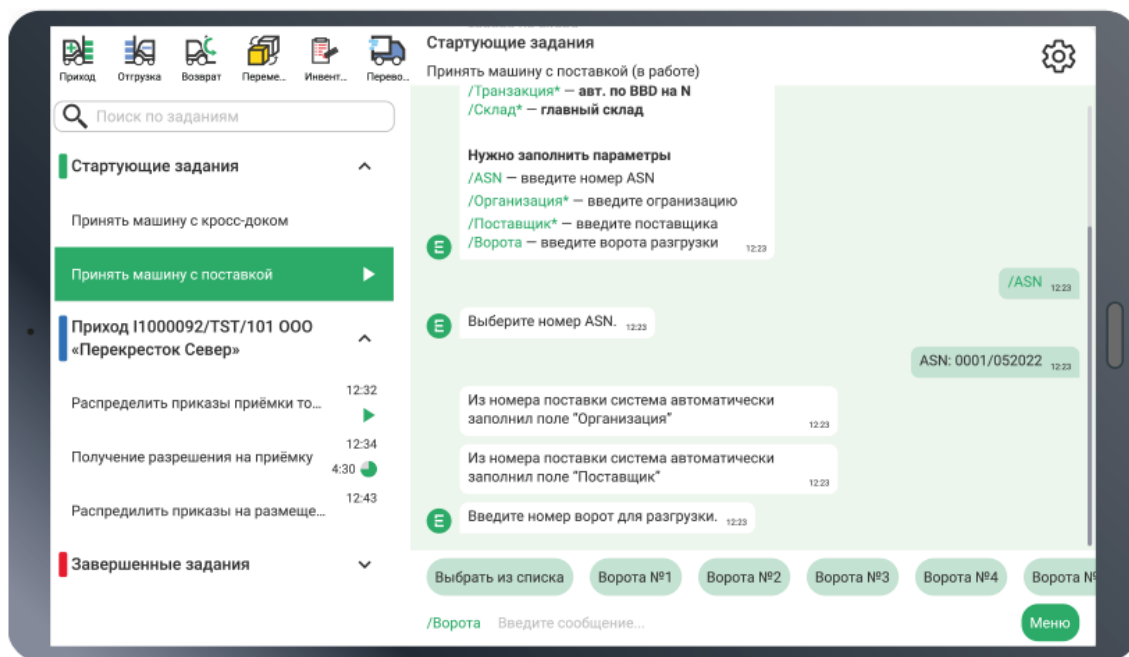


Рисунок 1 – EME.WMS 5.5

- Полностью новый интерфейс сотрудника с ТСД. Встроенный функционал:
- контроль вводимых данных и возможных ошибок;
 - ввод серийных номеров разными способами – сканирование, ручной;
 - параллельная приемка/сборка;
 - калькулятор ввода количества товаров с отображением истории;
 - работа с ФГИС «Честный знак» - сканирование марок на всех операциях с товаром;
 - удобная печать различной документации с ТСД на разных этапах работы.
- Позволяет отследить все документы по всем связанным с ними атрибутам. Настраиваемый. Быстрый. Гибкий.

Модуль ЕМЕ. Показатели - контроль ключевых показателей склада и аналитика on-line. Более 30 важнейших показателей склада для начальника склада, логистов, персонала и водителей.

Наглядно, понятно, в динамике – в виде графиков, диаграмм, таблиц. На всех устройствах – на компьютерах, больших панелях, планшетах и смартфонах. Информация представлена на нескольких экранах, с возможностью настройки размеров, расположения и прав доступа.

Что увидят сотрудники:

– приходы на склад и отгруженные заказы – с прогнозом сколько еще возможно принять/отгрузить;

– график количества собранных заказов за сутки/неделю/месяц;

– загруженность пикинга, динамику использования ячеек;

– график заполненности склада по дням;

– товары в специальных статусах (брак, карантин, возврат и т.д.).

На отдельном экране – все по персоналу:

– сколько сотрудников всего на различных операциях;

– сколько времени персонал работает, а сколько простаивает за смену;

– подобранные/отгруженные заказы – шт./строки.

Важный момент мотивации персонала склада – любимый начальниками складов «Экран соревнования» – результаты сотрудников за смену, неделю, месяц – специально рассчитано для отображения на большом смарт-ТВ без компьютера. Также на отдельном экране – нужное всем «Табло подбора заказов» – со светофором «в норме/можем опоздать/просрочено». И новое табло «Отгрузки для водителей» – сколько уже подобрано заказов, и какая машина может уезжать. При подключении «ЕМЕ.Показатели» получаем реальную картину работы склада.

Модуль КРІ – анализ работы сотрудников:

– модуль вычисляет КРІ работника, позволяет начислять премии и рассчитывать заработную плату в зависимости от эффективности работы.

– модуль учитывает все операции в режиме реального времени, независимо ведется работа с ТСД или по бумажным приказам.

– в модуле можно задавать и учитывать все дополнительные и разовые работы по складу.

– нормирование операций, контроль времени выполнения, учет ошибок.

Четкие нормы и планирование персонала – отсутствие простоя, выполнение работ в срок (рисунок 2).

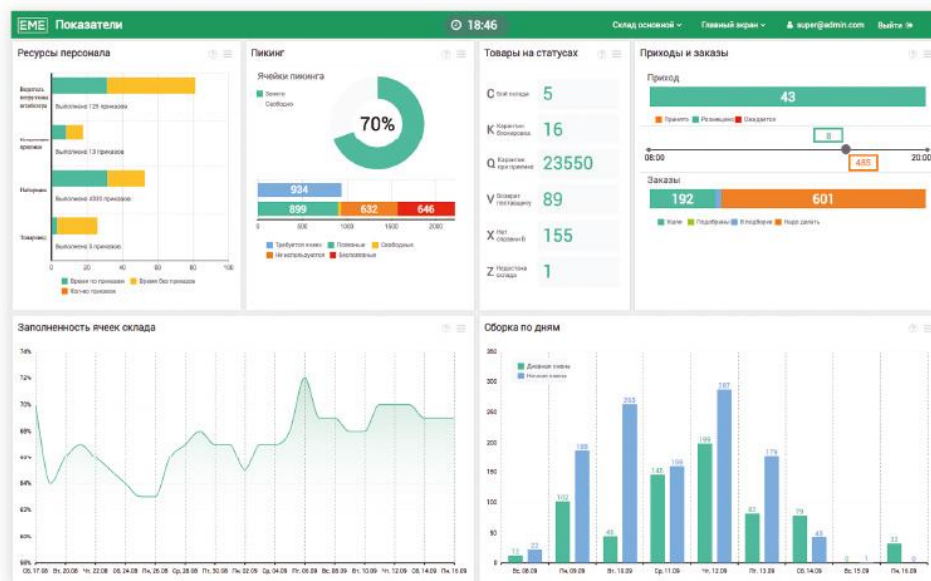


Рисунок 2 - Модуль KPI – анализ работы сотрудников

При организации системы хранения товаров необходимо учитывать назначение грузов, складской объем, доступность продукции для поиска, возможность работы с погрузочно-разгрузочной техникой. Есть специальные рекомендации по расположению и укладке товаров, созданию условий хранения [4].

Оперировать всеми этими данными без программного обеспечения очень сложно. Вот как все происходит при автоматизации. WMS предполагает адресное хранение товара. Это значит, что складское помещение разбивается на виртуальные ячейки и зоны, где можно разместить или откуда можно забрать товар. У каждой – свои размеры, адрес (штрихкод) и набор характеристик (условия хранения товара и другие) [5].

При размещении программа учитывает степень загруженности складского помещения и тип товаров. Например, чтобы товары с высоким спросом находились ближе к месту отгрузки. То же самое касается тяжелых грузов.

Так как система автоматически распределяет задания между работниками, она делает это, соблюдая равномерную нагрузку на персонал и складское пространство, чтобы избежать столкновений.

Без автоматизации искать ответы на вопросы, куда поместить тот или иной товар, приходится самостоятельно. WMS берет эти задачи на себя. Система сообщает, какие ячейки использовать, исходя из оптимального маршрута передвижения по складу.

В случае игнорирования указания система выдает ошибку. Задача не будет завершена, пока товар не будет размещен в правильном месте хранения.

Отгрузка – это подготовка и отправка товаров перевозчику, в пункт выдачи или лично в руки покупателю. Порядок действий: проверка наличия товара на складе; обработка заявки покупателя; получение листа комплектации; отбор товарных позиций с места хранения; перемещение в зону комплектации; сборка

и упаковка в тару; формирование и закладка в грузовые места; маркировка и пакетирование на поддонах; передача в погрузочную зону; загрузка транспорта.

Оформление документов. В терминах системы WMS это будут последовательно выполняемые задания. После того, как поступает заказ, в системе появляется заявка на отгрузку одним из способов. Оператор вручную заполняет договор. Клиент присылает Excel-файл по заданному формату, который выгружается в программу. На обработку заявки отводится определенное время. Затем программа резервирует товар и создает задание на комплектацию заказа на основании требования-накладной.

Когда сотрудник подтвердил в программе, что заказ собран, появляется следующее задание - на упаковку. И окончательное задание - на погрузку с технической возможностью печати всех необходимых документов.

Таким образом, каждая заявка поступает на терминал, из них складывается общая очередь заданий на отгрузку. Сотрудники выполняют их по порядку, который устанавливает диспетчер.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хакимов, Р.М. Особенности внутреннего аудита системы менеджмента качества / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Нурутдинов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 142-146.

2. Внутренний аудит системы менеджмента качества и разработка корректирующих мероприятий на АО «УАП «ГИДРАВЛИКА» / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Р.З. Тулькубаев, Я.Р. Исхаков // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 151-154.

3. Входной контроль изделий / К.Э. Сайпанова, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 90-100.

4. Оценка системы качества на промышленном предприятии / К.Э. Сайпанова, А.В. Баннова, Г.Р. Бакиева, Р.М. Хакимов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 83-89.

5. Хакимов, Р.М. Контроль качества продукции на производстве автопластика / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Нурутдинов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 134-138.

Р.М. Хакимов

*канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
dosent008@yandex.ru*

А.В. Баннова

канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

Г.Р. Бакиева

канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СМК НА ПРЕДПРИЯТИИ

Система менеджмента качества (СМК) представляет собой набор инструментов и методов для обеспечения высокого уровня качества продукции или услуг, предоставляемых предприятием. Для автоматизации процессов СМК на предприятии используются различные программные продукты и системы управления [1].

Одной из основных задач автоматизации процессов СМК является создание единого информационного пространства, которое позволит объединить все подразделения предприятия и обеспечить эффективный обмен информацией между ними. Это позволяет сократить время на принятие решений, повысить скорость реакции на изменения требований рынка и улучшить качество продукции или услуг [2].

Для автоматизации процессов СМК могут использоваться следующие инструменты:

- Системы управления документами (Document Management Systems, DMS). Они позволяют хранить все необходимые документы в электронном виде, быстро находить нужную информацию и контролировать ее актуальность.

- Системы управления проектами (Project Management Systems, PMS). Они помогают координировать работу различных подразделений предприятия при выполнении проектов, следить за сроками выполнения задач и оценивать результаты работы.

- Системы управления качеством (Quality Management Systems, QMS). Они позволяют отслеживать процессы производства, анализировать данные о качестве продукции или услуг и принимать меры по улучшению этих показателей.

- Интегрированные системы управления (Enterprise Resource Planning, ERP). Они объединяют все вышеперечисленные инструменты в единую систему, которая позволяет управлять всеми аспектами деятельности предприятия [3].

Автоматизация процессов СМК на предприятии может значительно повысить эффективность его работы, ускорить процесс принятия решений и улучшить качество продукции или услуг [4].

Процессы системы менеджмента качества (СМК) являются ключевыми элементами любой организации, стремящейся к достижению высокого уровня качества своей продукции или услуг. Однако, даже при наличии хорошо

налаженной СМК, могут возникать проблемы, снижающие эффективность работы системы [5]. Рассмотрим некоторые из них:

- Отсутствие четкого понимания целей и стратегии компании. Если сотрудники не понимают, какие цели преследует компания и как они связаны с общей стратегией развития, то это может привести к несогласованности действий и снижению эффективности работы СМК.

- Недостаточное обучение персонала. Сотрудники должны быть обучены правилам работы с системой менеджмента качества, чтобы понимать свои задачи и ответственность в рамках этой системы.

- Недостаточная коммуникация внутри компании. Общение между различными отделами должно быть свободным и открытым, чтобы избежать недопониманий и ошибок при работе с СМК.

- Недостаток ресурсов для поддержания СМК. Финансовые ресурсы, человеческие ресурсы и технические средства должны быть достаточными для поддержания работоспособности системы менеджмента качества.

- Неправильное использование инструментов контроля качества. Некоторые инструменты контроля качества могут быть использованы неправильно или недостаточно эффективно, что приводит к ошибкам в работе СМК.

- Недостаточный анализ данных о качестве продукции или услуг. Данные о качестве продукции или услуг должны быть собраны и проанализированы для того, чтобы выявить причины возможных проблем и принять соответствующие меры по их устранению.

- Недостаточная мотивация сотрудников. Сотрудники должны быть мотивированы работать над повышением качества продукции или услуг, чтобы достичь общих целей компании.

Чтобы решить эти проблемы, необходимо провести анализ текущих процессов СМК и определить области, требующие улучшения. Затем следует разработать план действий по устранению выявленных проблем и внедрить его в работу компании [6].

Один из эффективных инструментов автоматизации процессов СМК, связанных с анализом и решением проблем по вопросам качества, является метод 8D. Метод 8D – это структурированный подход к решению проблем, который используется в сфере управления качеством. Он был разработан компанией Ford Motor Company и стал стандартом для многих организаций.

Метод 8D состоит из восьми шагов:

1. Определение проблемы (Define): На этом этапе проблема должна быть четко определена и сформулирована. Необходимо указать, где и когда возникает проблема, кто ею затронут, каковы последствия и т. д.

2. Собрание команды (Form): Создается команда, ответственная за решение проблемы. В команду входят представители всех заинтересованных сторон.

3. Исследование причины (Investigate): Команда проводит исследование, чтобы понять причину возникновения проблемы. Это может включать в себя сбор информации, интервьюирование свидетелей, изучение документации и т. д.

4. Определение корневой причины (Identify Root Cause): После исследования команда определяет корневую причину проблемы. Это может быть сложный процесс, требующий анализа данных и творческого мышления.

5. Разработка плана действий (Develop Action Plan): На основе определения корневой причины команда разрабатывает план действий для решения проблемы. План должен быть конкретным, измеримым, достижимым, релевантным и своевременным (SMART).

6. Реализация плана (Implement): Команда реализует разработанный план действий. Это может включать в себя изменение процессов, обучение персонала, внедрение новых технологий и т. д.

7. Оценка результатов (Verify): Команда оценивает результаты реализации плана. Это может включать в себя измерение показателей качества, опросы клиентов, анализ данных и т. д.

8. Закрепление достигнутого (Hardwire): Если результаты положительные, команда закрепляет достигнутый прогресс. Это может включать в себя документирование изменений, обучение персонала, обновление процедур и т. д.

Использование программного обеспечения по 8D позволяет отслеживать случаи выявленных несоответствий на стадиях жизненного цикла продукции, автоматизировать и проводить анализ, контролировать корректирующие мероприятия и принимать управленческие решения (рисунок 1).



- процедура корректирующих действий по методике 8D
- полная информация о ходе и состоянии каждого этапа мероприятия

Рисунок 1 – Методика 8D применяемая на предприятии

Применение методики 8D на предприятии можно совершенствовать с помощью мобильных телефонов и планшетов. Сотрудникам отдела качества часто требуется посещение цехов, которые находятся удаленно от кабинетов. Данные контроля записываются на бумаге, а далее вносятся в программное

обеспечение. Конечно программное обеспечение значительно облегчает и сокращает работу, но полное исключение бумажной волокиты позволит исключить несоответствия. В целях совершенствования методики 8D можно установить на рабочих телефонах приложение «Мобильный клиент 8D Управление качеством» (рисунок 2).

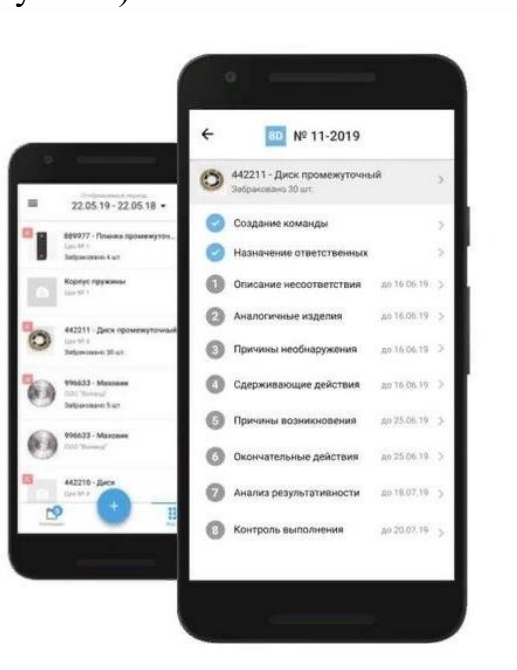


Рисунок 2 – Мобильный клиент 8D Управление качеством»

Техническое задание для приложения «Мобильный клиент 8D Управление качеством»:

1. Должно взаимодействовать с информационными базами в онлайн-режим.
2. На мобильном устройстве должна быть доступна вся функциональность «основного» прикладного решения, даже такого крупного, как, например, «8D Управление качеством».
3. Интерфейс должен обеспечивать комфортную работу на любых мобильных устройствах с любым размером и расположением экрана
4. Автоматически компоует таким образом, чтобы обеспечить удобство работы с ними на маленьких экранах мобильных телефонов на приемлемом уровне.
5. Требуется возможность разработки плана контроля с предварительным вводом в систему:
 - контрольных операций;
 - нормативных значений параметров изделия;
 - эскизов по проверяемому параметру изделия;
 - описание проверки.
6. Требуемые возможности введения данных:
 - ввод информации о качестве изделия;

- корректирующие действия;
- разрешения на отклонения;
- оповещения.

Приложение «Мобильный клиент 8D Управление качеством» может обладать такими возможностями как фиксация несоответствий фото и видеосъёмкой, прикреплять к электронному отчету. При настройке приложения можно создать внутренние контакты аккаунтов, внутреннюю связь можно применять в рамках рабочего оповещения о дефекте и срочной остановкой производства для предотвращения убытков.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хакимов, Р.М. Бережливое производство как инструмент развития на предприятиях аппаратостроения / Р.М. Хакимов, Г.Ю. Исянчурина // Актуальные научно-технологические проблемы эффективного развития аппаратостроения для нефтегазохимического комплекса: материалы международной научно-практической конференции, Уфа, 13–16 октября 2020 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2020. – С. 48-52.

2. Хакимов, Р. М. Современные методы оценки эффективности управления инновационными предприятиями / Р.М. Хакимов, Ф.Ф. Сафин, А.И. Гилязова // Евразийский юридический журнал. – 2021. – № 5(156). – С. 483-484.

3. Бакиева, Г.Р. Улучшение качества продукции завода пластмассовых изделий / Г.Р. Бакиева, А.В. Баннова, Р.М. Хакимов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 85-90.

4. Хакимов, Р.М. Организация и проведение внутреннего аудита СМК на промышленном предприятии / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, Р.Н. Галиахметов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 147-150.

5. Хакимов, Р.М. Контроль качества продукции на производстве автопластика / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Нурутдинов // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 134-138.

6. Хакимов, Р.М. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов / Р.М. Хакимов, А.В. Баннова, А.А. Рукомойников // Актуальные вопросы аппаратостроения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Уфа, 16 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 114-121.

© Хакимов Р.М., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., 2024

Н.А. Гурьянов

студент 2 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа

Л.С. Мардиева

студент 5 курса УУНУТ, г. Нефтекамск

А.В. Баннова

канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

bannovaanna@mail.ru;

Г.Р. Бакиева

канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

bgr85@mail.ru

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ НА УЧАСТКЕ СБОРКИ/СДАЧИ ЁМКОСТНО-НАЛИВНОЙ ТЕХНИКИ МОДЕЛИ 66062 ЦЕХА № 25 ПАО «НЕФАЗ»

В настоящее время предприятию можно выжить в конкурентной борьбе при реализации своего продукта только тогда, когда выработанная продукция или оказанная услуга будут качественными. Качество создаётся на всех стадиях производства, оно определяет потребности потребителя, и на каждой стадии существуют свои методы и инструменты достижения качества.

Ключевые слова: система качества, менеджмент, ёмкостно-наливная техника.

Эффективное функционирование любого предприятия зависит от ряда взаимосвязанных процессов и во многом определяется системой менеджмента качества. Ранее в серии работ нами была дана оценка системы качества на промышленном предприятии [1], был разработан паспорт процесса «Входной контроль качества оборудования» [2], изучен входной контроль изделий [3], проведён анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов [4], изучен контроль качества сварных швов и соединений [5], проведён контроль качества продукции на производстве автопластика [6], проведена оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения [7], проанализирована деятельность предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей [8], дана оценка роли стандартизации в экономике [9]. Основной составляющей в СМК всех процессов является метрологическое обеспечение производственных процессов. Нами были разработаны методики оценки метрологического обеспечения [10], проведена автоматизация измерительных процессов и разработана методика расчета эффективности [11], также разработана методика оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического

обеспечения на АО «УАПО» [12], для этого проведены измерения микрометрами [13] и газоанализаторами [14].

Цех сборки и сварки цистерн по-своему уникален. В его составе сегодня – заготовительный участок, участок мелких узлов, участок сборки и сдачи, куда входит тарированный комплекс, а также участок сборки и сварки алюминиевых цистерн. По своей современной технологической оснащённости он представляет собой не цех, а мини-комплекс по производству цистерн.

Основные задачи цеха № 25 являются окончательная сборка и сдача автоцистерн, прицепы – цистерны, полуприцепы – цистерны, прицепов бортовых, полуприцепов бортовых в цех отгрузки готовой продукции. Обеспечение выполнения запланированных производственных заданий, ритмичного выпуска продукции высокого качества в соответствии с графиком, утвержденным генеральным директором.

Каждое изделие поступает в цеха с индивидуальным технологическим паспортом, где фиксируются все производимые операции и условия, при которых они были произведены, а также подробное описание изделия до и после каждой операции. Изделия проходят входной и выходной контроль на каждой стадии производства.

В настоящее время цех изготавливает до 20 видов цистерн емкостью от 5,6 до 38 м³. По требованию заказчиков разработаны модификации цистерн всего модельного ряда с нижним наливом и рекуперацией паров, с подготовкой под нижний налив. Вся выпускаемая емкостно-наливная прицепная техника соответствует нормам по нагрузке на оси на дорогах общего пользования.

Поступив шасси на участок сборки цеха № 25, начинается доработка шасси (при необходимости), далее установка заднего буфера на шасси, протяжка жгутов, установка электрооборудования на корпус цистерны и шасси, установка подсобранных опор передней, средней, и задней, далее производится установка корпуса цистерны.

После того как примет ОТК, проверит момент затяжки резьбовых соединений и оформит записи в паспорте, подтвердив своим штампом ОТК и подписью, автоцистерна перемещается на участок сборки для дальнейшей установки всех сопутствующих комплектующих, установка системы гидрооборудования привода насоса, установка сливо-наливного устройства в шкафу, установка шкафа арматурного, установка слива из экологического короба, установку логотипов и табличек РТС, маркирование проверка пневматики, электрики, а также технологического оборудования.

Проверив все требования, предъявляемых к качеству продукции, и качеству сборки, должностное лицо (ОТК) принимает продукцию и расписывается в соответствующей документации о годности продукции.

Предприятие может реализовывать лишь продукцию, принятую ОТК или изготовленную рабочими, наделёнными правом самоконтроля.

Для выявления наиболее значимых проблемных зон производства автоцистерны НЕФАЗ-66062 применены статистические методы управления качеством.

Для этого были составлены контрольные листы отделом технического контроля, приведённые в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Контрольный лист видов дефектов

Предприятие: ПАО «НЕФАЗ» Цех: сборки-сварки емкостно-наливной техники №25 Участок: сдачи	Изделие: автоцистерна НЕФАЗ-66062 Операция: сборка-сдача продукции	Количество деталей
Тип дефектов	Данные контроля	ИТОГО
Напыление ЛКП на табличках горловины	//// //	18
Отслоение ЛКП на корпусе цистерны	//// //	102
Отсутствие липких аппликаций	////	5
Не отрегулирована лестница	//// /	6
Отсутствие момента затяжки болтов шкафа раздаточного оборудования	//// //	73
Отсутствие момента затяжки болтов крепления кронштейна огнетушителя	//// //	15
Деформация окантовки корпуса арматурного ящика	//// //	9
Нарушение ЛКП на корпусе автоцистерны	//// //	12
Наличие мусора внутри цистерны	//// //	88
Прочие дефекты	//// //	14
Итого		342

Таблица 2 – Данные для построения диаграммы Парето

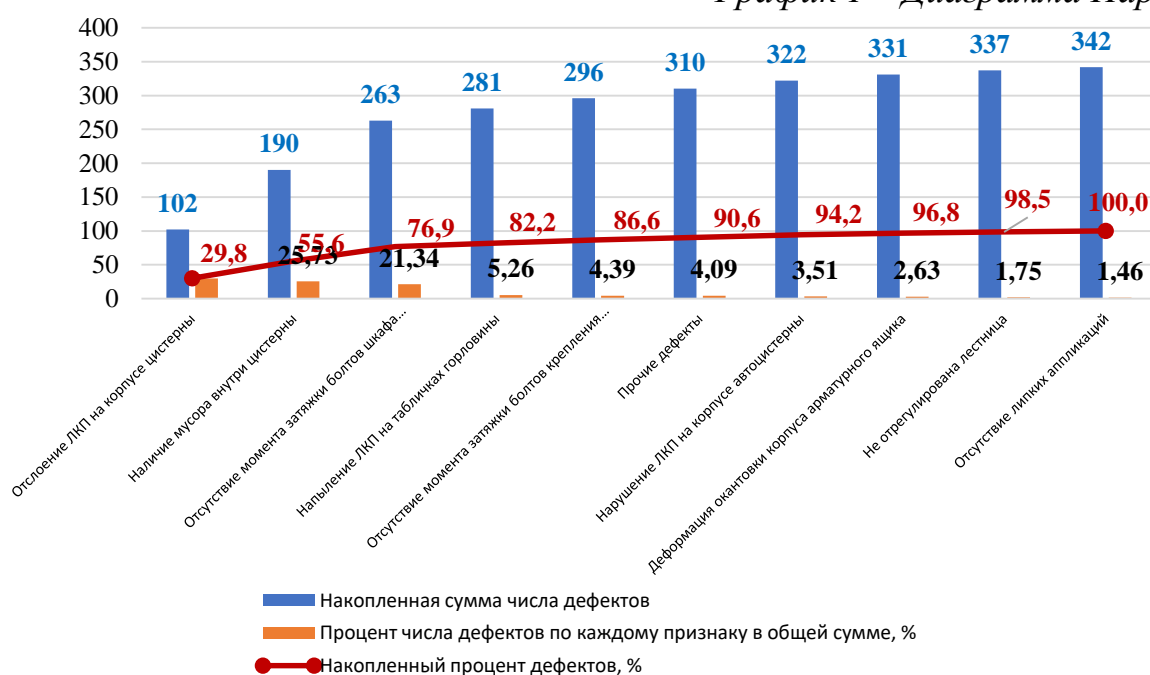
Типы дефектов	Число дефектов, шт.	Процент числа дефектов по каждому признаку в общей сумме, %	Накопленный процент дефектов, %
Отслоение ЛКП на корпусе цистерны	102	29,82	29,82
Наличие мусора внутри цистерны	88	25,73	55,56
Отсутствие момента затяжки болтов шкафа раздаточного оборудования	73	21,35	76,90

Продолжение таблицы 2 – Данные для построения диаграммы Парето

Напыление ЛКП на табличках горловины	18	5,26	82,16
Отсутствие момента затяжки болтов крепления кронштейна огнетушителя	15	4,39	86,55
Прочие дефекты	14	4,09	90,64
Нарушение ЛКП на корпусе автоцистерны	12	3,51	94,15
Деформация окантовки корпуса арматурного ящика	9	2,63	96,78
Не отрегулирована лестница	6	1,75	98,54
Отсутствие липких аппликаций	5	1,46	100,00
Итого	342	-	-

По данным таблицы 2 строим диаграмму Парето.

График 1 – Диаграмма Парето



Правило Парето: 20% усилий дают 80% результата, а 80% усилий – 20% результата.

На графике 1 видно, 80% входят 3 вида дефектов, а именно: отслоение ЛКП на корпусе цистерны, наличие мусора внутри цистерны и отсутствие момента затяжки болтов шкафа раздаточного оборудования. Это наиболее значимые дефекты, на которые предприятию следует обратить внимание и предпринять меры по их устранению.

Таблица 3 – Основные дефекты, причины и рекомендации по их устранению.

Наименование дефекта	Причина	Рекомендации
Отслоение ЛКП на корпусе цистерны	Низкая адгезия ЛКМ к поверхности, связанная со слабой подготовкой поверхности металла перед окрашиванием	1.1. На стадии подготовки поверхности изделий перед окрашиванием автоматизировать ручное обезжиривание. 1.2. Внедрить дробеструйную обработку поверхности перед окраской.
Наличие мусора внутри цистерны	Сбор мусора производится вручную	Закупить промышленный пылесос KARCHER NT 70/2 Меи автоматизировать сбор мусора с его помощью
Отсутствие момента затяжки болтов шкафа раздаточного оборудования	Низкая квалификация рабочих	Провести обучение и аттестацию работников.

Подготовка поверхности является очень важным этапом в получении защитного лакокрасочного покрытия по металлу. Ведь лакокрасочные покрытия для металла в первую очередь играют защитную роль. Степень защиты напрямую зависит от адгезии лакокрасочного покрытия, т.е. от степени скрепления его с поверхностью металла. Все процессы подготовки поверхности направлены как раз на повышение адгезии

Для удаления загрязнений с поверхности окрашиваемых деталей, изделий или заготовок и получения долговечных покрытий с высокой адгезией эти поверхности непосредственно перед нанесением покрытий могут подвергаться основным способам подготовки поверхности: механической, термической и химической обработке.

Механические методы, включая чистку проволочной щёткой, пескоструйную очистку, шлифование абразивным диском или наждачной бумагой, применяются для чистки и полировки поверхности.

Автоматизированные процессы включают вибрационное полирование и пескоструйную обработку.

К механическим способам очистки относятся гидравлическая, электрогидравлическая, абразивная, гидроабразивная, дробеструйная, дробеметная, с помощью ручного и механизированного инструмента, на станках и в галтовачных барабанах. Особенно распространена струйная абразивная и гидроабразивная обработка: пескоструйная, гидропескоструйная очистка, дробеструйная, дробеметная.

Гидроструйная очистка – это обработка материалов и различных типов поверхностей струёй воды под высоким давлением без образования пыли.

Обработка струёй воды – экологически чистый, эффективный и универсальный метод очистки, пригодный для любых поверхностей. Используя

метод гидроструйной очистки, можно полностью удалить различные типы отложений и загрязнений с различных поверхностей всевозможного технологического оборудования.

Преимущества гидроструйного метода обработки поверхностей:

- струи воды легко очищают труднодоступные места и очищают от загрязнений и налётов;

- можно применять данный метод в условиях ядовитой или взрывоопасной атмосфер;

- есть возможность использовать химические продукты для очистки отложений продуктов нефтеперерабатывающей промышленности;

- химически продукты, используемые для очистки, нейтрализуются водой и не представляют опасности для окружающей среды.

- работы по гидроструйной очистке могут выполняться только при плюсовых температурах.

- если случай достаточно тяжёлый и водой делу не поможешь, то проблема легко решается обработкой гидropескоструйным методом.

Гидropескоструйная обработка представляет собой достаточно эффективный, экологически чистый способ очистки любых труднодоступных мест и проблемных поверхностей.

Применение специальных насадок позволяет добиться требуемого уровня чистоты. Гидropескоструйные насадки позволяют усилить эффект от очищения водой в 1,5-2 раза. Технология гидроабразивной очистки позволяет быстро, качественно и безопасно удалять различные виды загрязнений (коррозию, окалину, ржавчину, солевые отложения, граффити и др.) с поверхности любой конфигурации без повреждения основного материала, не нанося при этом вред окружающей среде.

Термические способы очистки экономичны и производительны. В результате термической обработки металлической поверхности металла уничтожается почти вся прокатная окалина. Достоинством данного метода является возможность обезжиривания поверхности одновременно с очисткой от окалины и ржавчины, что повышает производительность труда. Недостаток этого метода заключается в том, что вот как раз ржавчина посредством этого способа удаляется не в полном объёме и очищаются не все виды поверхностей. Именно по этой причине подобная технология практически не применяется при проведении покрасочных работ.

Обезжиривание. Химическое обезжиривание основано на растворении, эмульгировании и разрушении жиров и масел. В качестве обезжиривающих веществ нашли применение: органические растворители, водные щелочные растворы и эмульсии растворителей в воде.

Особенно большой эффект достигается при использовании водных растворов щелочных электролитов и ПАВ. По величине pH обезжиривающие составы делят на: сильнощелочные $pH > 12$; среднещелочные $pH = 9-10$; нейтральные $pH = 7-8$; кислые $pH < 5$. При химической очистки поверхности применяют готовые к употреблению моющие композиции на основе ПАВ.

Наиболее ценным компонентом моющих средств является ПАВ. Существует 2 вида ПАВ: смачиватель и эмульгатор. Суммарное содержание ПАВ в композиции <10%.

Технологические параметры обезжиривания:

– концентрация, кг/м³ она составляет от несколько килограмм до нескольких 10-ов кг/м³, максимум 50-70 кг/м³;

– температура, °С, предельная температура моющего средства зависит от устойчивости ПАВ, сильно влияет на энергетические затраты;

– время обезжиривания и фосфатирования, минут, до нескольких десятков минут;

– интенсивность внешнего энергетического воздействия.

Обезжиривание поверхности органическими растворителями.

Используется при необходимости высокочистого обезжиривания, для удаления старых ЛКП, консервационных смазок.

Эмульсионное обезжиривание применяется при необходимости удаления старых ЛКП, остатков полировальных, волоочинных составов, нагаров, старых смазок, в целом трудноудаляемых загрязнений.

Условно различают 3 вида эмульсионных составов: однофазные; двухфазные и эмульгирующие растворители, которые используются для двухстадийной очистки.

Механизм очистки: при погружении в эмульсионный состав его компоненты растворяют, эмульгируют загрязнения, а при 2-х стадийной очистке загрязнения пропитываются, разрыхляются, затем происходит быстрая первая промывка со сбросом воды на очистку и циркуляционная промывка.

3.2 Фосфатирование – это образование слоя нерастворимых фосфатов на металлической поверхности с применением реагента содержащего фосфат. ФПк повышают противокоррозионную стойкость металла, делают покрытия более долговечными. Их получают как на поверхности черных Ме, так и цветных Ме. Они используются как подслои под ЛКП, но могут использоваться в других целях, как противокоррозионные после пропитки соответствующими маслами, как электроизоляционные.

Методы фосфатирования: различают обычное, ускоренное и холодное фосфатирование.

Обычное – предполагает формирование покрытия в растворах ортофосфарной кислоты или ее солей при температуре близкой к температуре кипения раствора и характеризуется значительной продолжительностью (несколько десятков минут).

Ускоренное - предполагает проведение процесса при наличии в фосфатном растворе ускорителя и по времени длится несколько мин, температура раствора не превышает 35 град.

Холодное фосфатирование – аналогично ускоряет часто применяемых композиций, но растворы будут иметь более высокую концентрацию.

Для выпускной квалификационной работы, после изучения оборудования химической подготовки поверхности, считаю целесообразным проводить

обработку поверхности корпуса цистерны методом струйного облива в камере мойки стационарной, проходной, двухзонной струйного действия.

Проведём выбор оборудования для автоматизированной чистки автоцистерны. Анализ оборудования представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Анализ оборудования для чистки автоцистерны

Технические характеристики	Kercher HDS 7/12-4 M	Kercher HDS 7/16-4 C Basic	Kercher HDS 13/20-4S
1	2	3	4
Параметры электросети (~В/Гц)	1 / 230 / 50	3 / 400 / 50	3 / 400 / 50
Производительность (л/ч)	350-700	270 - 700	600 - 1300
Рабочее давление (бар/МПа)	30 - 120 / 3 - 12	30 - 160 / 3 - 16	30 - 200 / 3 - 20
Температура (при 12 °С на входе) (°С)	мин. 80 - макс. 155	макс. 80	мин. 80 - макс. 155
Макс. расход котельного топлива (газа) (кг/ч)	4,6	4,1	8,3
Расход котельного топлива в режиме есо!efficiency (кг/ч)	3,7	-	6,6
Потребляемая мощность (кВт)	3,4	5,1	9,3
Кабель (м)	5	5	5
Объем бака для котельного топлива (л)	25	15	25
Масса (с принадлежностями) (кг)	155,5	113	188,5
Размеры (Д × Ш × В) (мм)	1330 x 750 x 1060	1060 x 650 x 920	1330 x 750 x 1060
Функция подачи чистящего средства	баки 20 + 10 л	-	-
Пистолет	EASY!Force Advanced	EASY!Force Advanced	EASY!Force Advanced
Шланг высокого давления (м)	10 м, Long-life	10 м, DN 6, 250 бар	10 м, Long-life
Струйная трубка (мм)	1050 мм	1050мм	1050мм
Мощное сопло	да	да	да
ANTI!Twist	да	-	-
Заправляемые снаружи бака для чистящего средства, умягчителя и топлива	да	-	-
Пульт управления со световыми сигнализаторами	да	-	-
Автоматическое отключение	да	да	да

Сервисная электроника со светодиодными индикаторами	да	-	да
2 бака для чистящих средств	да	-	да
Система защиты от недостатка воды	да	-	да
Встроенные баки для топлива и чистящего средства	-	да	-
Опция для работы с 2 струйными трубками	-	-	да
Вилка с переключением полярности (3~)	-	-	да
Система эластичного демпфирования SDS	-	-	да

Для исключения ручной подготовки поверхности – обезжиривания предлагается использовать в моечной камере пароструйную установку KARCHERHDS 13/20-4S, так как данное оборудование имеет высокую производительность очистки, позволяет одновременно выполнять работы вдвоем и удобен в обращении. Соответственно, в камере будет применен Kercher HDS 13/20-4S с использованием моющего состава BONDERITE C-NE 5013 для интенсивного использования струйного действия, с паровым обогревом, что обеспечит коррозионную стойкость и увеличит качество покрытия. BONDERITE C-NE 5013 - нейтральный промышленный очиститель на водной основе, который очищает и одновременно пассивирует металлы. В его составе органические коррозионно-защитные компоненты, ингибиторы для цветных металлов, неиногенные поверхностно-активные вещества, катионные поверхностно-активные вещества.

Основным преимуществом состава BONDERITE C-NE 5013 является проведение процесса без предварительных операций подготовки поверхности, однако это возможно только в случае слабо зажатой поверхности, а также исключается финишная промывка обработанных изделий.

Преимущества:

- сокращение количества технологических операций;
- сокращение времени производственного цикла;
- рост производительности;
- сокращение времени нанесения;
- экологическая безопасность: минимальное воздействие на окружающую среду.

Рассмотрим аппарат высокого давления KARCHERHDS 13/20-4S, представленный на рисунке 1. Данный аппарат имеет высокую производительность и удобен при обращении, экологичен и надежен в эксплуатации.



Рисунок 1 – Аппарат высокого давления Kercher HDS 13/20-4S

Аппарат HDS 13/20-4S – мощный аппарат высокого давления с подогревом воды. Очень большой расход воды позволяет одновременно выполнять работы вдвоём, что упрощает и ускоряет решение масштабных задач чистки. Другими особенностями являются простота в управлении, высокая мобильность и удобный доступ ко всем основным компонентам. Они облегчают пользователям обращение с аппаратом, его транспортировку и техническое обслуживание.

Обработка металлическим песком получила очень широкое распространение, т.к. это один из самых эффективных методов. Для его реализации используется металлический песок или стальная дробь с размером частиц от 0,15 до 1,5 мм. Металлическим песком или мелкой дробью обрабатывают практически все металлы (кроме алюминия и его сплавов). При этом размер частицы и сила потока воздуха устанавливается в зависимости от толщины стенки металлического изделия.

Достоинствами данного способа обработки является высокая производительность и качество очистки металла.

Недостатки пескоструйной обработки заключаются в опасности возникновения профзаболеваний и неудобстве обработки в замкнутом пространстве корпуса цистерны.

Данные недостатки типового аппарата пескоструйной обработки отсутствуют в пневматических вакуумных дробеструйных установках. Изображение вакуумной дробеструйной установки представлено на рисунке 2.

Вакуумные дробеструйные установки – это инновационная техника направленного струйного действия с закрытым циклом абразива. Для работы этого оборудования необходим сжатый сухой воздух от компрессора. В отличие от традиционной песко/дробеструйной очистки установка работает беспыльно с повторным использованием абразива. Чистка поверхности происходит в ограниченном пространстве струйной насадки. Дробь после удара о поверхность подхватывается воздушным потоком и по шлангу поступает в блок фильтрации, благодаря чему очищенная дробь используется повторно, а отработанный абразив и пыль отсасываются и собираются в специальный мешок. Это дает возможность работать в цеху и обрабатывать труднодоступные

места конструкций / деталей, которые нельзя поместить в дробеструйную камеру.



Рисунок 2 – Вакуумная дробеструйная установка

Небольшие габаритные размеры позволяют установке быть компактной и легкой с минимальными затратами времени для транспортировки по цеху/предприятию. Во время процесса обработки поверхности (стальные конструкции, бетон, стены и т.д.) дробь из сопла ударяет по поверхности, после чего эта же дробь с пылью и отходами отсасывается для разделения. Только очищенный абразив обеспечивает оптимальную и качественную подготовку поверхности. Благодаря этому дробь не нужно собирать, как песок после пескоструя, и она используется повторно, что делает этот метод очистки экономичным и беспыльным.



Рисунок 3 – LTC 1070 PNE Вакуумная дробеструйная установка закрытого цикла (пнеumo)

Дробеструйный аппарат серии LTC, представленная на рисунке 3, с вакуумным отсосом абразива сочетает в себе преимущества замкнутого цикла очистки с мобильностью установки, а входящие в комплект поставки щетки – насадки различной формы позволяют проводить очистку внутренних / внешних уголков и сварных швов.

Стационарная дробеструйная камера позволяет выполнять очистку конструкций и деталей из металла, стекла, пластика и дерева. Установка позволяет с лёгкостью очистить поверхности от окалины, ржавчины, жировых загрязнений, формовочной массы; произвести матирование стеклянных поверхностей; повысить процент шероховатости конструкций, предназначенных под покраску; удалить заусенцы и зачистить швы сварных деталей.

Для выпускной квалификационной работы, изучив аппараты механической подготовки поверхности, предлагаю подготовку поверхности корпуса цистерны

производить методом дробеструйной обработки в автоматическом режиме в камере закрытого типа ДНВ 30/30-5,3-20/11 стальной колотой дробью ДСЛУ 1 - 545, ДСЛУ -08 -545 по ГОСТ 11964-81. Метод дробеструйной обработки перед окраской позволит удалить с поверхности металла ржавчину, окалину после сварки, придать поверхности необходимую шероховатость для наилучшего сцепления красок с металлом.

Принцип работы дробеструйной камеры ДНВ 30/30-5,3-20/11: изделия проходят через камеру дробеструйной обработки с определенной рабочей скоростью, обрабатываются со всех сторон при помощи 20 дробеметных турбин с последующей передачей для очистки от остатков дроби. Система программирования позволяет регулировать скорость перемещения и процесс автоматической дробеструйной обработки в зависимости от конфигурации и толщины металла обрабатываемого изделия. Сбор, регенерация дроби и возврат ее в рабочий бункер дробеструйной камеры производится в автоматическом режиме при помощи напольного возвратного шнекового конвейера и системы регенерации дроби. Данный метод обработки корпуса цистерны позволит достичь европейского уровня качества окраски, значительно повышая ее конкурентоспособность.

Для дробеструйной обработки корпуса цистерны используется следующее оборудование, характеристики которых рассмотрим в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики оборудования для дробеструйной обработки.

Наименование оборудования	Кол-во	Материал	Технические характеристики
1	2	3	4
Камера автоматической дробеструйной обработки ф. SHLICK	1	Сталь	Небитаемая, стационарная, проходная, конвейерная периодического действия Дробеструйная установка ДНВ 30/30-5,3-20/11: Принцип дробеструйной очистки – дробеметная струя Чистота обработанной поверхности - BSa2,5 Рабочая скорость – 1,61 м/мин. Общая мощность – 337,5 кВт Дробеструйный материал – стальная дробь ДСЛУ-1-545, ДСЛУ-05-545 по ГОСТ 11964 Характеристика установленных турбин: Турбины тип – 5,3-ЕМ 11,0 – 20 шт. Диаметр турбин – 380мм Мощность турбины – 11 кВт Скорость выброса дробеструйного материала– 80м/с Пропускная способность дробеструйного материала – 180 кг/турбина/мин Потери дроби за час работы 1 турбины – 1,5 кг/ч Патронно-фильтровальная установка Air-Shoc типа А 40/32:

			Количество фильтровальных патронов – 32 шт. Пропускная способность – 2х19200 м ³ /ч Мощность привода вентилятора – 2х11 кВт Содержание пыли в выходящем воздухе – 12 мг/м ³
Камера доработки и очистки от дроби	1	Сталь	Обитаемая, проходная, стационарная, конвейерная Мощность вытяжки фильтровальной установки – 15000 м ³ /ч Длина шланга для струйной обработки – 2х25 м Размер сопла – 2х10 мм Установленная мощность – 400 кВт Поперечный шнековый конвейер – 2,2 кВт Расход сжатого воздуха – 2х5 м ³ /ч = 10 м ³ /ч Остаточное содержание пыли: - после основного фильтра - <2 мг/м ³ - после фильтра безопасности - <1 мг/м ³

Проведём расчёт количества оборудования по операционному времени и с учётом следующих исходных данных (3.1):

$$N = N_{и} * \frac{T_{шт}}{\Phi} \quad (3.1)$$

где $N_{и}$ - количество требуемых окраске цистерн в месяц ($N_{и}=210$ ед);
 Φ - фонд рабочего времени

$$\Phi = T_{р.мес} \times T_{см} \times N_{см} \times 60 \quad (3.2)$$

$$\Phi = 20 * 8 * 2 * 60 = 19\,200 \text{ мин. (при двух сменах и 20 рабочих днях)}$$

Операция подготовки поверхности с помощью с помощью пароструйной установки KARCHER имеет $T_{шт} = 60$ мин, получаем потребность в камере подготовки поверхности:

$$N = N_{и} * \frac{T_{шт}}{\Phi} = 210 * \frac{60}{19200} = 0,66 \text{ шт.}$$

Следовательно, для выполнения плана производства достаточно будет одной камеры подготовки поверхности.

Операция дробеструйной подготовки поверхности имеет $T_{шт} = 20$ мин, получаем потребность в установке ДНВ 30/30 – 5,3 – 20/11:

$$N = N_{и} * \frac{T_{шт}}{\Phi} = 210 * \frac{20}{19200} = 0,22 \text{ шт.}$$

Следовательно, для выполнения плана производства достаточно будет одного агрегата подготовки поверхности.

Операция очистки труднодоступных мест от дроби и пыли обдувом имеет $T_{шт} = 30$ мин, получаем потребность в камере доработки и очистки:

$$N = N_{и} * \frac{T_{шт}}{\Phi} = 210 * \frac{30}{19200} = 0,33 \text{ шт.}$$

На участке требуется одна камера доработки и очистки.

Не допускается наличие внутри автоцистерны грязи и мусора, так как должна исключаться возможность его попадания в заполняемую жидкость. Также наличие мусора снижает товарный вид изделия.

В данной выпускной квалификационной работе предлагаю автоматизировать ручной сбор мусора.

Проведём выбор оборудования для автоматизированного сбора мусора. Анализ оборудования представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Анализ оборудования для сбора мусора

Технические характеристики	Kercher <u>NT 70/2 Me</u>	Kercher <u>NT 27/1</u>	Kercher <u>NT 65/2 Ap</u>
1	2	3	4
Параметры электросети (~В/Гц)	1 / 220 - 240 / 50 - 60	220 - 240 / 50 - 60	1 / 220 - 240 / 50 - 60
Расход воздуха (л/с)	2 x 74	67	2 x 74
Разрежение (мбар/кПа)	254 / 25,4	200 / 20	254 / 25,4
Объем мусоросборника (л)	70	27	65
Материал мусоросборника	из нержавеющей стали	пластмасса	пластмасса
Потребляемая мощность (Вт)	макс. 2400	макс. 1380	макс. 2760
Номин. диаметр принадлежностей	НД 40	НД 35	НД 40
Длина кабеля (м)	10	7,5	10
Уровень звукового давления (дБ(А))	79	72	73
Масса (без принадлежностей) (кг)	25,6	7,5	20
Размеры (Д × Ш × В) (мм)	510 x 645 x 990	420 x 420 x 525	600 x 480 x 920
Окончание таблицы 3.6			
1	2	3	4
Оснащение			
Всасывающий шланг (м)	4 м, с коленом	2,5 м, с коленом	4 м, с коленом
Удлинительная трубка (шт.)	2 шт., 0,5 м, металл	2 шт., 0,5 м, Хромированный	2 шт., 0,5 м, металл
Насадка для пола для влажной и сухой уборки (мм)	400мм	300 мм	360 мм
Щелевая насадка	да	да	да
Сливной шланг	да	-	-
Мусоросборник из нержавеющей стали	да	-	-
Патронный фильтр	бумажный	бумажный	-

Ударопрочный отбойник по периметру	да	да	да
Рукоятка для перемещения	да	-	да
Степень защиты	II	II	II
Фильтр-мешок (шт.)	-	1 шт., бумажный	1 шт., бумажный
Патронный фильтр	-	да	-
Сливной шланг (маслостойкий)	-	-	Да
Автоматическое отключение при достижении макс. заправочного объема	-	-	да
Плоский складчатый фильтр	-	-	бумажный
Система очистки фильтра	-	-	Полуавтоматическая система очистки фильтра Ар
Поворотный ролик с тормозом	-	-	да

Изучив оборудование для влажной и сухой уборки, предлагаю автоматизировать сбор мусора с помощью промышленного пылесоса Kercher NT 70/2 Me, представленный на рисунке 3.11. Преимуществами данного аппарата перед другими является наличие двух мощных турбин, большой объем 70-литрового контейнера из нержавеющей стали. Две встроенных турбины обеспечивают возможность быстрого и простого сбора воды и больших объемов мусора на тех объектах, где это наиболее необходимо - автомойки, мастерские, уборка после строительства и т.п. Данная модель оснащена простой и надёжной системой поплавковой защиты от переполнения водой, поэтому, несмотря на быстрое наполнение при всасывании с большой мощностью, можно быть спокойным насчёт того, что в турбины не попадёт вода. Модель оснащена большим патронным фильтром, который гарантирует продолжительное сохранение высокой силы всасывания.

Достоинства Kercher NT 70/2 Me:

- держатели для принадлежностей - большой бампер с местом для размещения принадлежностей;
- эргономичная ручка, которая обеспечивает удобную доставку оснащённого колёсами пылесоса к месту выполнения работ;
- сливной шланг, позволяющий легко опорожнить очень большой мусоросборник, вмещающий до 70 л жидкости;
- прочный бампер, который защищает пылесос от ударов и толчков.



Рисунок 4 – Пылесос влажной и сухой уборки Kercher NT 70/2 ME

Момент затяжки–усилие, которое применяется к крепежу в момент закручивания его в резьбу. Если прилагать недостаточные усилия в процессе закрутки, в дальнейшем при эксплуатации соединения можно столкнуться с рядом негативных последствий.

Чтобы повысить сопротивляемость соединения к разным неблагоприятным факторам и условиям, увеличить срок службы соединения и просто для того, чтобы сделать соединение прочнее, нужно правильно учитывать степень затяжки.

Для каждого крепежа есть наилучшая степень затяжки на посадочном месте. Ее рассчитывают в зависимости от свойств тех или иных материалов, нагрузок и температуры.

Если закрутить крепёжное изделие слабее (с меньшим усилием, чем это требуется), то, скорее всего, под воздействием негативных факторов (различных вибраций, ударов и т.д.), соединение раскрутится и тем самым нарушит герметичность между скрепляемыми частями.

Или же если перестараться и закрутить крепёжный элемент больше, чем это необходимо, может произойти разрушение самого крепёжного элемента (срыв резьбы) или скрепляемых деталей (трещины, сколы).

У каждого метрического и дюймового болта есть класс прочности.

Для каждого класса прочности существуют наилучшие моменты затяжки динамометрическим ключом. Эти данные занесены в таблицы затяжки метрических и дюймовых болтов.

Рекомендуется выполнять контролируемую затяжку крепежа, например, с помощью динамометрических ключей. Это позволит получить главные преимущества:

- можно не опасаться за целостность крепёжного элемента, так как нагрузка на него будет точной;

- возможность повысить прочность конструкции и соединений путем равномерного распределения нагрузки во время вкручивания;
- использование динамометрического ключа поможет избежать травм и сделает работу с крепежом более легкой, комфортной и безопасной;
- более быстрое закручивание, а, следовательно, экономия времени в процессе работы с крепежом;
- исключение брака в соединениях во время выполнения работ.

Исходя из вышеперечисленных преимуществ, динамометрические ключи являются востребованными и популярными во многих сферах: строительство, производство, сборка автомобилей и мебели, ремонтные работы и многие другие области.

Проведя анализ причин дефектов по отсутствию момента затяжки болтов шкафа раздаточного оборудования автоцистерны, выявлено, что на данных операциях заняты слесари мср, которые имеют небольшой опыт работы и низкую квалификацию. Возможно проведение обучения данных работников и провести по окончании аттестацию.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка системы качества на промышленном предприятии // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 83-89.
2. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка паспорта процесса «Входной контроль качества оборудования» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 101-106.
3. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Входной контроль изделий // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 90-100.
4. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Рукомойников А.А. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 114-121.
5. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Галиахметов Р.Н. Контроль качества сварных швов и соединений // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 122-128.
6. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Нурутдинов А.А. Контроль качества продукции на производстве автопластика // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 134-138.

7. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 36-42.
8. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Анализ деятельности предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 43-48.
9. Габдрахманова Н.И., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Роль стандартизации в экономике // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 49-56.
10. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Методика оценки метрологического обеспечения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 57-65.
11. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Автоматизация измерительных процессов. методика расчёта эффективности // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 66-72.
12. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка методики оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО" // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 73-82.
13. Бакиров И.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Измерения микрометрами // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 30-35.
14. Янбаева А.Д., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Газоанализаторы // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 107-113.

© Гурьянов Н.А., Мардиева Л.С., Баннова А.В.,
Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М., 2024

Н.А. Гурьянов

студент 2 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа

Д.С. Мардиева

студент 5 курса УУНУТ, г. Нефтекамск

А.В. Баннова

*канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
bannovaanna@mail.ru;*

Г.Р. Бакиева

*канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
bgr85@mail.ru*

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА УЧАСТКЕ СБОРКИ/СДАЧИ АВТОБУСОВ МОДЕЛИ 5299 ПАО «НЕФАЗ»

Одной из основных целей экономического развития является повышение качества производимой продукции. Важно помнить, что качество производимой продукции является залогом повышения эффективности производства в потребительских отраслях. Увеличение долговечности, эффективности и надежности товаров позволяет потребителям производить больше высококачественной продукции за единицу оборудования и снижать расходы на рабочую силу, материалы, топливо и энергоресурсы, связанные с эксплуатацией, ремонтом и обслуживанием. Применение качественного сырья и полуфабрикатов способствует увеличению производительности конечной продукции и снижению издержек на ее изготовление.

Ключевые слова: система качества, менеджмент, ёмкостно-наливная техника.

На предприятии активно осуществляют повышение качества продукции. Для успешной реализации продукции необходимо ежедневно решать аналитические задачи. Изучение качества продукции играет ключевую роль в анализе экономических процессов. Повышение уровня качества продукции становится приоритетом в бизнесе, поскольку от этого зависят размеры финансовых вливаний в различные фонды. Для стимулирования работников к производству продукции высокого качества, в производственных условиях применяются премиальные поощрения. Ранее в серии работ нами была дана оценка системы качества на промышленном предприятии [1], был разработан паспорт процесса «Входной контроль качества оборудования» [2], изучен входной контроль изделий [3], проведён анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов [4], изучен контроль качества сварных швов и соединений [5],

проведён контроль качества продукции на производстве автопластика [6], проведена оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения [7], проанализирована деятельность предприятия с точки зрения удовлетворённости потребителей ИП «Кофе у камина» [8], дана оценка роли стандартизации в экономике [9]. Основной составляющей в СМК всех процессов является метрологическое обеспечение производственных процессов. Нами были разработаны методики оценки метрологического обеспечения [10], проведена автоматизация измерительных процессов и разработана методика расчета эффективности [11], была разработана методика для оценки состояния метрологического обеспечения и предложений по улучшению его качества на АО «УАПО» [12], для этого проведены измерения микрометрами [13] и газоанализаторами [14].

Данная работа посвящена рассмотрению вопросов, связанных с улучшением качества создаваемой и выпускаемой продукции. Для выполнения данной выпускной квалификационной работы была выбрана модель автобуса 5299-40-52, представленная на рисунке 1.

Автобус с каркасным кузовом – это вагонного типа транспортное средство с трехдверным (I класс) кузовом. Он предназначен для городских перевозок и обладает низким расположением пола, занимающим 100% площади салона. Внутри автобусов установлены антивандальные полужесткие сиденья, а также участки вне прохода, предназначенные для стоящих пассажиров. Конструкция автобусов позволяет пассажирам перемещаться по салону для выхода на остановках вдоль маршрута. Кроме того, автобусы оборудованы системой ECAS, аппарелью и площадкой для одной инвалидной коляски.

В передней части зоны для инвалидной коляски предусмотрена опорная панель, расположенная перпендикулярно оси транспортного средства.

В качестве напольного покрытия автобуса используется ламинированная фанера, а его салон покрыт автолином, который обладает повышенной износостойкостью и высоким коэффициентом трения. Лестница и перила отделаны рифленным алюминием. Для автобусов с низким расположением пола, высота которого находится между передними и средними дверьми, соответствует уровню первой ступеньки. В направлении от средней двери к задней он имеет небольшой подъем. Сварная конструкция задней подножки была выполнена в виде ступеньки, которая является лестничной площадкой.

Для автобусов, которые имеют низкое расположение пола на 100% площади, ступеньки в дверях отсутствуют.

Поручни и ручки предназначены для перевозки стоящих пассажиров в городском автобусе. На поручни установлены дополнительно ручки для пассажиров небольшого роста и детей.

В автобусах городского использования – сиденья нерегулируемые, травмобезопасные, антивандальные полужесткие, с ручкой-поручнем. Механизмы пассажирских сидений имеют неподвижные основания, выполненные из стальных труб и прикрепленных к боковому профилю кузова и к полу. На автобусе нанесены пиктограммы «Места для пассажиров с

ограниченной мобильностью», видимые снаружи. Пиктограммы помещены также внутри транспортного средства вблизи мест для лиц приоритетной категории.

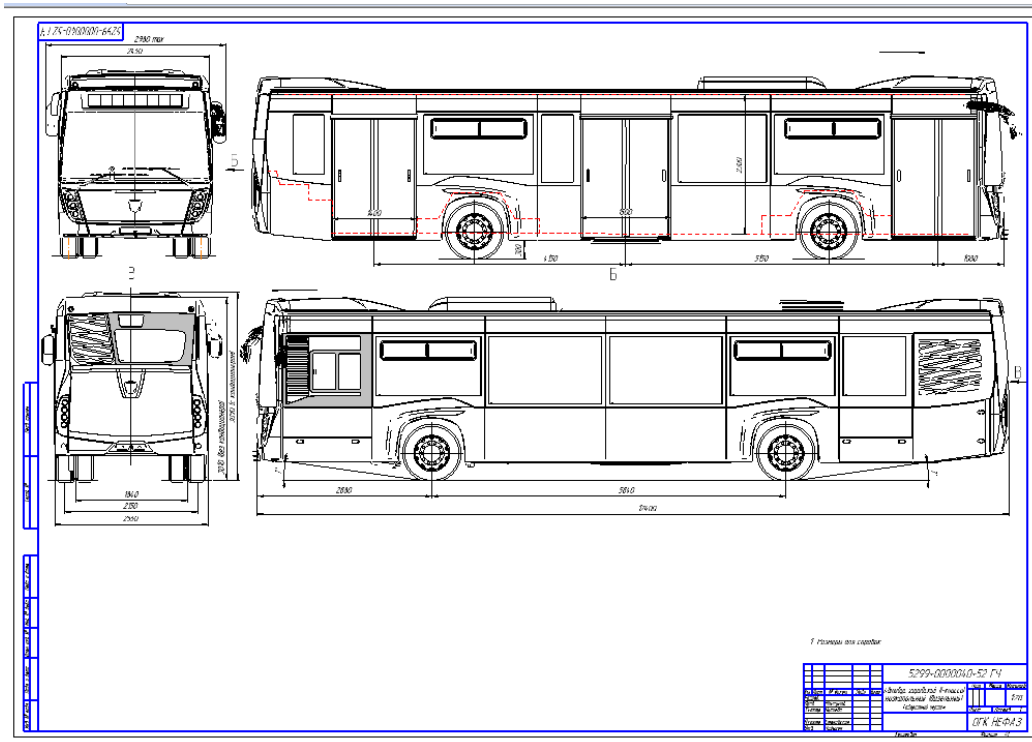


Рисунок 1 – Автобус модели 5299-40-52

Для проведения анализа оснований возникновения дефектов на модели 5299-40-52 нужно применять статистические методы управления качеством.

Для этого отделом технического контроля составлен контрольный лист, приведенный в таблице 1, далее составлены данные для построения диаграммы Парето в таблице 1.

Таблица 1 - Контрольный лист видов дефектов

Предприятие: ПАО «НЕФАЗ» Цех: сборки автобусов №23 Участок: сдачи Контролер: Иванова Л.И. Дата: 31.03.2023	Изделие: пассажирский автобус НЕФАЗ-5299-40-52 Операция: сдача продукции	Количество деталей
Тип дефектов	Данные контроля	ИТОГО
Поверхностные царапины	//// // // // // // // // // // // // // // // //	62
Некачественная герметизация оконных проёмов	//// // // // // //	21
Ослабленные крепления стеклянных перегородок салона	//// // //	11
Сколы на фанере настила пола	//// // //	12
Некачественная обжимка жгутов	//// // // // // // // // // // //	38
Низкое давление в шинах	//// // // // // // //	25
Несоответствие толщины ЛКП	//// // // // //	17
Прочие дефекты	//// // // // //	19
Итого		205

Таблица 2 - Данные для построения диаграммы Парето

Типы дефектов	Число дефектов, шт.	Процент числа дефектов по каждому признаку в общей сумме, %	Накопленный процент дефектов, %
Поверхностные царапины	62	30,24	30,24
Некачественная обжимка жгутов	38	18,54	48,78
Низкое давление в шинах	25	12,20	60,98
Некачественная герметизация оконных проёмов	21	10,24	71,22
Прочие дефекты	19	9,27	80,49
Несоответствие толщины ЛКП	17	8,29	88,78
Сколы на фанере настила пола	12	5,85	94,63
Ослабленные крепления стеклянных перегородок салона	11	5,37	100,00
Итого	205	-	-

По данным таблицы 2 строим диаграмму Парето.

Правило Парето: 20% усилий дают 80% результата, а 80% усилий – 20% результата.

На графике 1 видно, что в диапазон 80% дефектов входят 4 типа, а именно: поверхностные царапины, некачественная обжимка жгутов, низкое давление в шинах, некачественная герметизация оконных проёмов. Это наиболее значимые дефекты, на которые предприятию следует обратить внимание и предпринять меры по их устранению.

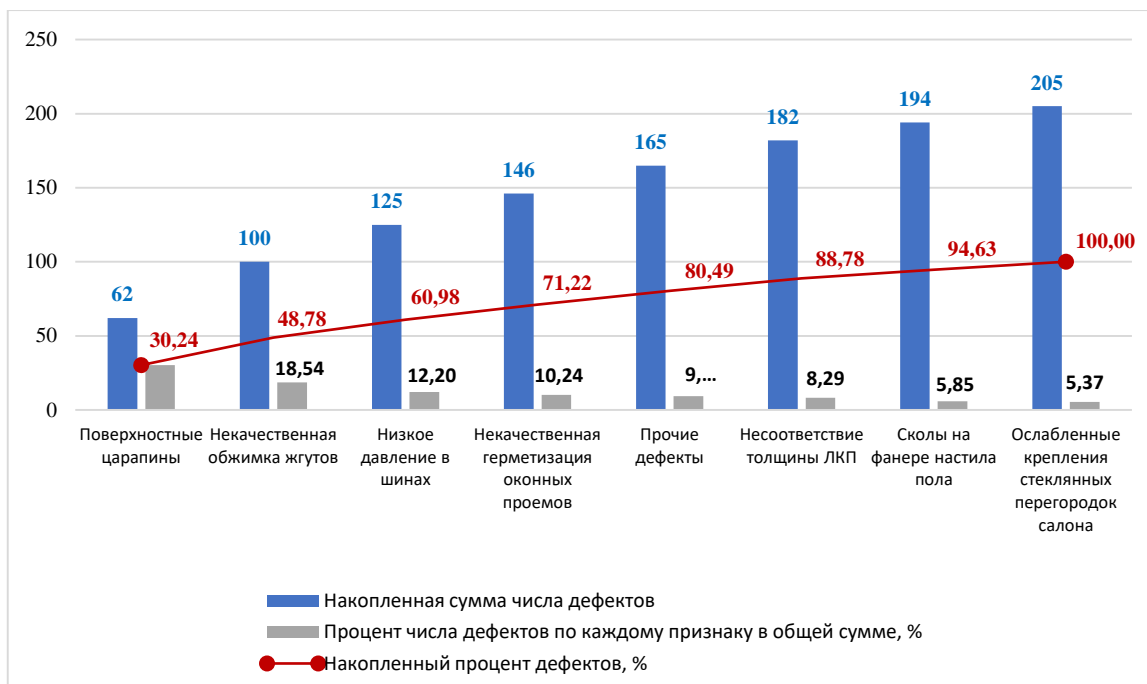


Рисунок 2. Диаграмма Парето.

Таблица 3 - Основные дефекты, причины и рекомендации по их устранению

Наименование дефекта	Причина	Мероприятия
Царапины поверхностные (нарушение ЛКП облицовочных панелей по периметру кузова)	Повреждение инструментом при сборке панелей	Обеспечить защиту от инструмента наружных панелей— производить приклейку полиэтиленовой пленки на боковины, стекла и двери автобуса
Некачественная обжимка жгутов	2.1 Качество обжимки, усилие отрыва наконечника от провода на пневмопрессах 420.106 не соответствует требованиям ТП в связи с износом оборудования 2.2. На рабочих местах отсутствует: - визуализация выполняемых операций; - визуализация инструкций и требований к сборке жгутовой продукции 2.3 В операции «Сборка жгутов электрооборудования автобусов» установлена квалификация слесаря-электромонтажника 6 разряда, фактически работы выполняются слесарями-электромонтажниками 3-5 разрядов	2.1.1 Приобрести станки MECAL TT для обжима проводов. 2.2.1 Установить компьютер на участке изготовления жгутов с актуальной КД в КИС «Омега». 2.2.2 Разместить визуализацию с требованиями к изготовлению жгутов. 2.3 Провести обучение и аттестацию работников.

Низкое давление в шинах	Использование компрессора REMEZA СБ4/С-100LB50 для подкачки шин, который не обеспечивает требуемое заказчиком давление	Приобрести компрессор REMEZA СБ4/Ф-270LB50-5,5 кВт
Некачественная герметизация оконных проёмов	Нарушение технологической дисциплины, низкая квалификация слесарей	Провести обучение работников

Дефект «Нарушение ЛКП»

Лакокрасочное покрытие автобуса придает технике привлекательный внешний вид. Однако помимо эстетической составляющей, следует учесть его защитную функцию – защиту кузова от коррозии. Детали автомобиля менее подвержены дефектам, чем кузов. И дефекты на деталях не всегда сразу заметны, в отличие, например, от царапин на двери авто. Кузов – самое уязвимое место машины. От его состояния напрямую зависит стоимость всего транспортного средства.

Механические повреждения проявляются в виде царапин, сколов и вмятин различных размеров. Этот тип дефектов довольно негативно сказывается на состоянии кузова, так как в очень короткие сроки приводит к коррозии и ржавлению металла.

Эффективным средством предотвращения нарушений лакокрасочного слоя транспортного средства является защитная пленка на автобусе. Оклейка кузова машины таким материалом будет служить дополнительной защитой, стеклом от повреждений инструментом при сборке, что улучшит товарный вид автотехники и значительно повысит срок службы внешнего покрытия.

Полиэтиленовая плёнка – многофункциональный материал, прозрачный, малой толщины и высокой эластичности, влагостойкий и воздухонепроницаемый. Изделие производится путём экструзии из полиэтилена. Плёнка может варьировать по толщине, степени эластичности, стойкости на разрыв, цвету и другим свойствам, которые определяют сферу лучшего применения изделия.

Выпускается в рулонах для изготовления пакетов, ПЭ-мешков и другой тары, а также в виде рукавов или открытого полотна.

Характеристики полиэтиленовой плёнки:

- водонепроницаемость – плёнка пропускает ничтожное количество влаги (показатель влагопоглощения – 2% объёма), что позволяет использовать её в качестве герметичной упаковки и строительного материала;
- паронепроницаемость – важный показатель для применения в комплексе теплоизоляционных материалов в строительстве;

- высокая прозрачность: пропускает около 85% света, если плёнка неокрашена. Это свойство используется для сооружения теплиц в сельском хозяйстве, где важен ультрафиолет при сохранении тепла для растений;
- стойкость к большинству веществ: плёнка не реагирует с пищей, жидкостями, большинством химических удобрений, кислотами и щелочами;
- стойкость к биоразложению от воздействия грибка, плесени, влаги и т.п.;
- высокая прочность на разрыв и эластичность, позволяющая использовать изделие как строительный материал, натянутый или уложенный на каркас самой разной формы;
- сохранение рабочих характеристик в достаточно большом диапазоне температур: от -80 до +110 градусов Цельсия;
- долговечность: при соблюдении правил эксплуатации и норм нагрузок – более 10 лет;
- дешевизна материала, позволяющая использовать плёнку в больших конструкциях в несколько слоёв;

Недостатки полиэтиленовой плёнки:

- чувствительность к ультрафиолету: длительное хранение или эксплуатация под прямыми солнечными лучами делает плёнку менее эластичной, но более хрупкой, и сокращает срок её службы до 2-3 лет;
- чувствительность к проколам и режущим предметам;
- чувствительность к высоким температурам, обогревательным приборам и открытому огню;

Преимущества полиэтиленовой пленки для защиты боковин, стекол и дверей автобуса:

- надежная защита ЛКП кузова от мелких царапин, вмятин, потертостей;
- универсальность применения – благодаря особой эластичности пленки, ее можно наносить на любой кузовной элемент автомобиля;
- доступный и качественный материал;
- невысокая стоимость материала.

Разряд определяет уровень сложности выполняемой работы и позволяет выявить ненадлежащее исполнение, даже если работа выполнена в соответствии с квалификацией работника, но неправильно. Разряд также позволяет установить различные уровни оплаты труда в зависимости от сложности задач и квалификации работника. Он также определяет требования к квалификации, которые могут быть использованы при составлении должностных инструкций. Кроме того, разрядность является стимулирующим фактором: работник заинтересован в более качественном выполнении работы, если есть перспектива присвоения более высокого разряда, что повышает его статус и размер оплаты труда.

Присвоение (или повышение) рабочему разряда осуществляется с учетом сложности самостоятельно выполняемых им работ, а также уровня образования и профессиональной подготовки.

По рабочим должностям от разряда зависит и содержание трудовой функции, и ее сложность.

Повышение квалификации представляет собой форму дополнительного профессионального образования для работников. В ходе такого обучения уровень теоретических знаний повышается, а практические навыки совершенствуются в соответствии с требованиями профстандартов для конкретной специальности. Обучение может быть организовано в виде курсов различной длительности и интенсивности.

Повышение квалификации необходимо в следующих случаях:

- Выполнение меньшего объема работы и частые ошибки: Если сотрудник долгое время выполняет одну и ту же монотонную работу, это может снизить его работоспособность и привести к периоду пассивной активности. Вовлечение в новую деятельность через обучение стимулирует специалиста, повышает его интерес к работе и мотивацию.

- Отсутствие компетентности в некоторых вопросах: Правила и законодательство постоянно меняются. Обучение помогает сотрудникам полностью ознакомиться с новыми правилами и избежать ошибок при выполнении своих обязанностей.

Для исключения дефектов по некачественной обжимке жгутов необходимо, чтобы работы в операции «Сборка жгутов электрооборудования автобусов» выполнялись слесарями-электромонтажниками 6 разряда согласно технологическому процессу. Для этого требуется провести обучение слесарей-электромонтажников. Повышение квалификационного разряда работника производится с учетом сложности самостоятельно выполняемых им работ, а также результатов итоговой аттестации при прохождении образовательных программ по повышению квалификации, переподготовке и профессиональной подготовке.

Дефект «Низкое давление в шинах»

Оптимальное давление в шинах автомобиля – важный параметр в эксплуатации ТС. Оно влияет на безопасность вождения, износ резины и техническое состояние авто. Давление нужно регулярно проверять и выставлять его согласно рекомендациям производителя машины.

Давление – это сила, с которой воздух изнутри действует (давит) на поверхность, т.е. саму шину. Измеряется в барах, проверяется манометром.

Давление в шинах легкового автомобиля показывает, с какой силой каждый килограмм закаченного внутрь воздуха действует на 1 кв. см. шины, насколько колеса упругие. Оно может быть недостаточным - колесо в этом случае будет приспущено, либо избыточным, что чревато разрывом, когда покрышка попросту лопается.

Оно может самостоятельно меняться от следующих факторов:

1. температура окружающей среды – согласно физическим законам, при нагревании газ расширяется, т.е. давление становится избыточным и колесо перекаченным;

2. точность герметизации колеса – трещины в резине, щели в местах примыкания к ободу или клапана подкачки могут выпускать лишний воздух, снижать давление.

Ошибки в выборе давления ведут к проблемам:

- недостаточному сцеплению резины с покрытием дороги, т.е. влияние на управляемость, поведение машины на дороге, прохождению через препятствия – авто может подпрыгивать на кочках, «скакать козликом», буксовать;

- быстрому и неравномерному износу покрышек – чем ниже давление, тем мягче колесо и больше пятно соприкосновения с асфальтом; поломках с подвеской, выходу из строя элементов ходовой части.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка системы качества на промышленном предприятии // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 83-89.

2. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка паспорта процесса «Входной контроль качества оборудования» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 101-106.

3. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Входной контроль изделий // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 90-100.

4. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Рукомойников А.А. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 114-121.

5. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Галиахметов Р.Н. Контроль качества сварных швов и соединений // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 122-128.

6. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Нурутдинов А.А. Контроль качества продукции на производстве автопластика // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 134-138.

7. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 36-42.

8. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Анализ деятельности предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 43-48.

9. Габдрахманова Н.И., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Роль стандартизации в экономике // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 49-56.

10. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Методика оценки метрологического обеспечения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 57-65.

11. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Автоматизация измерительных процессов. Методика расчёта эффективности // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 66-72.

12. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка методики оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 73-82.

13. Бакиров И.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Измерения микрометрами // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 30-35.

14. Янбаева А.Д., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Газоанализаторы // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 107-113.

© Гурьянов Н.А., Мардиева Д.С., Баннова А.В.,
Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М., 2024

Н.А. Гурьянов

студент 2 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа

Р.З. Шаймурзин

студент 5 курса УУНУТ, г. Нефтекамск

А.В. Баннова

канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

bannovaanna@mail.ru;

Г.Р. Бакиева

канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

bgr85@mail.ru

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА УЧАСТКЕ ТЕПЛОВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ЧАЯНДИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ «ГАЗПРОМНЕФТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ»

Аннотация: основой всего живого в мире является вода. Процессы, связывающие нас с водой: готовка пищи, умывание, питье- пополнение водного запаса организма, уход за растениями. Наиболее важно и ценно в нашем мире- вода высокого качества. По данной причине делается упор на качество воды. Вода должна находиться под контролем. Примеси воды могут как нанести вред человеку, так и вовсе привести к летальному исходу. Невозможно посмотреть на воду, чтобы определить её качество, для этого существуют методы оценки качества воды. Поэтому, разработка мероприятий по повышению качества питьевой воды на участке тепловодоснабжения на Чайяндинском месторож-дении «Газпромнефть Энергосистемы» является актуальным.

Ключевые слова: качество, качество питьевой воды, система менеджмента качества.

Ранее в серии работ нами была дана оценка системы качества на промышленном предприятии [1], был разработан паспорт процесса «Входной контроль качества оборудования» [2], изучен входной контроль изделий [3], проведён анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов [4], изучен контроль качества сварных швов и соединений [5], проведён контроль качества продукции на производстве автопластика [6], проведена оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения [7], проанализирована деятельность предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей [8], дана оценка роли стандартизации в экономике [9]. Основной составляющей в СМК всех процессов является метрологическое обеспечение производственных процессов. Нами были разработаны методики оценки метрологического обеспечения [10], проведена

автоматизация измерительных процессов и разработана методика расчета эффективности [11], также разработана методика оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО» [12], для этого проведены измерения микрометрами [13] и газоанализаторами [14].

«Газпромнефть Энергосистемы» обеспечивают электро-, тепло- и водоснабжение месторождений, а также следят за состоянием энергооборудования во всех добывающих дочерних обществах компании и сторонних заказчиков. Численность предприятия – около 3,5 тысяч человек.

Координаты: Широта 60.212778 Долгота 111.586111. Технические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики Чаяндинского месторождения.

Наименование	Значение
Размер по величине извлекаемых запасов	уникальное
Степень освоения	разрабатываемое
Годовая добыча нефти	1.900 млн. тонн
Годовая добыча газового конденсата	0.40 млн. тонн
Годовая добыча газа	25.00 млрд. м ³
Запасы нефти по классификации МПР (Приказ 477) В2 (разрабатываемые, неразбуренные, оцененные)	76.70 млн. тонн
Запасы газа по классификации МПР (Приказ 477) В2 (разрабатываемые, неразбуренные, оцененные)	1400.000 млрд. м ³

На графике и по таблице можно судить об изменениях финансовых параметров предприятия (Рисунок 1).

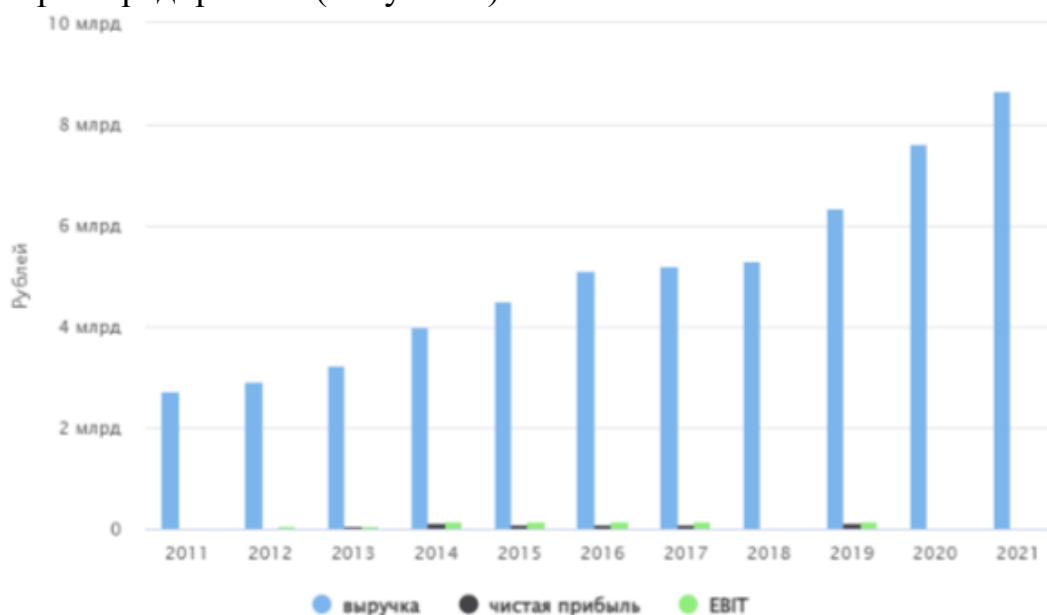


Рисунок 1 - Изменение финансовых параметров

Для получения официальной информации о политике ООО «Газпромнефть Энергостистемы» в области качества рассмотрим количество потребителей услуг в таблице 2.

Таблица 2. Количество потребителей сетевых услуг

Показатели		Год	
		2021	2022
Количество потребителей		126	131
Уровень напряжения	ВН	0	1
	СН1	3	3
	СН2	112	114
	НН	11	13
Категория надежности потребителей	Первая	0	0
	Вторая	8	8
	Третья	118	123
Тип потребителей	физические лица	8	15
	юридические лица	118	116

Она показывает типы потребителей, уровень напряжения и категорию надежности потребителей. Также рассмотрим количество точек поставки в таблице 3.

Таблица 3. Количество точек поставки

Показатели		Год	
		2021	2022
Количество точек поставки	физические лица	8	15
	юридические лица	924	982
Точка поставки, оборудованная приборами учета электрической энергии	физические лица	8	15
	юридические лица	924	980
Приборы учета с возможностью дистанционного сбора данных	физические лица	2	2
	юридические лица	575	597
Вводные устройства (вводно-распределительное устройство, главный распределительный щит) в многоквартирных домах		0	0
Бесхозные объекты электросетевого хозяйства		0	0

Она показывает количество точек поставки, точки поставки, приборы учета и количество бесхозных объектов за 2021 и 2022 годы. Далее в таблице 4 покажем информацию об объектах электросетевого хозяйства.

№	ЗУ	Ед. изм.	Напряжение, кВ	Кол-во тр-ров	2021	2022
1	ПС, всего:	шт.			2 576	2 556
1.1.	ПС	шт.	110/35/6	2	8	8
1.2.	ПС	шт.	35/6	2	174	168
1.3.	ПС	шт.	35/6	1	2	2
1.4.	ПС	шт.	6(10)/0,4	2	637	636
1.5.	ПС	шт.	6(10)/0,4	1	1 774	1 742

№	ЗУ	Ед. изм.	Напряжение, кВ	Кол-во цепей	2021	2022	Уровень напряжения
1	ВЛ, всего:	км			7 096	7 116	
1.1.	ВЛ	км	110	2	243	243	ВН
1.2.	ВЛ	км	110	1	29	29	ВН
1.3.	ВЛ	км	35	2	1 219	1 219	СН1
1.4.	ВЛ	км	35	1	75	75	СН1
1.5.	ВЛ	км	6(10) в габ. 35кВ	2	238	238	СН2
1.6.	ВЛ	км	6(10)	1	5 292	5 313	СН2
2	КЛ, всего:	км			187	188	
2.1.	КЛ	км	35		1	1	СН2
2.2.	КЛ	км	6(10)		183	185	СН2
2.3.	КЛ	км	0,4		3	3	НН
	Итого:	км			7 282	7 304	

Таблица 4. Информация об объектах электросетевого хозяйства.

В таблице представлены виды устройств и напряжения по ним. Далее в таблице 5 покажем уровень износа.

Тип объекта	Напряжение, кВ	Состояние электросетевого хозяйства по сроку эксплуатации			
		2021		2022	
		(от 10 до 20 лет)	(свыше 20 лет)	(от 10 до 20 лет)	(свыше 20 лет)
ПС	110	44%	0%	0%	100%
ПС	35	49%	97%	0%	98%
ВЛ	110	75%	51%	73%	89%
ВЛ	35	64%	49%	54%	55%
ВЛ	6	62%	62%	0%	74%

Таблица 5. Уровень физического износа объектов.

В таблице показан физический износ в процентах. Мы видим, что у ПС 110 кВ износ (свыше 20 лет) составляет 100%. То есть, данные устройства должны быть полностью заменены в 2023 году. В таблице 6 покажем качество услуг по передаче электроэнергии.

Таблица 6. Качество услуг по передаче электрической энергии

N	Показатель	Значение показателя, годы		
		2021	2022	Динамика изменения показателя
1	2	3	4	5
1	Показатель средней продолжительности прекращений передачи электрической энергии (Π_{SAID})	0,001626609	0,002798395	172,04%
1.1	ВН (110 кВ и выше)	0	0	0
1.2	СН1 (35-60 кВ)	0	0	0
1.3	СН2 (1-20 кВ)	0	0,000330993	0
1.4	НН (до 1 кВ)	0,001626609	0,002467402	151,69%

2	Показатель средней частоты прекращений передачи электрической энергии (Π_{SAIPI})	0,003218884	0,005015045	155,80%
2.1	ВН (110 кВ и выше)	0	0	0
2.2	СН1 (35-60 кВ)	0	0	0
2.3	СН2 (1-20 кВ)	0	0,003009027	0
2.4	НН (до 1 кВ)	0,003218884	0,002006018	62,32%
3	Показатель средней продолжительности прекращений передачи электрической энергии, связанных с проведением ремонтных работ на объектах электросетевого хозяйства сетевой организации (смежной сетевой организации, иных владельцев объектов электросетевого хозяйства) ($\Pi_{SAIDI, \text{рем}}$)	0,00858	0,00845	98,48%
3.1	ВН (110 кВ и выше)	0	0	0
3.2	СН1 (35-60 кВ)	0	0	0
3.3	СН2 (1-20 кВ)	0	0	0
3.4	НН (до 1 кВ)	0,00858	0,00845	98,48%
4	Показатель средней частоты прекращений передачи электрической энергии, связанных с проведением ремонтных работ на объектах электросетевого хозяйства сетевой организации (смежной сетевой организации, иных владельцев объектов электросетевого хозяйства) ($\Pi_{SAIFI, \text{рем}}$)	0	0	0
4.1	ВН (110 кВ и выше)	0	0	0
4.2	СН1 (35-60 кВ)	0	0	0
4.3	СН2 (1-20 кВ)	0	0	0
4.4	НН (до 1 кВ)	0,00522	0,00514	98,47%
5	Количество случаев нарушения качества электрической энергии, подтвержденных актами контролирующих организаций и (или) решениями суда, штуки	0	0	0
5.1	В том числе количество случаев нарушения качества электрической энергии по вине сетевой организации, подтвержденных актами контролирующих организаций и (или) решениями суда, штуки	0	0	0

В таблице 6 приведены те нарушения (в количественном показателе) которые характеризуют деятельность предприятия, как достаточно эффективную в политике в области качества. Количество нарушений 0.

Политика организации в области качества:

Компания ПАО «Газпром» видит свою миссию в надежном, эффективном и сбалансированном обеспечении потребителей природным газом, другими видами углеводородов и продуктами их переработки.

Стратегической целью ПАО «Газпром» является становление как лидера среди глобальных энергетических компаний посредством диверсификации рынков сбыта, обеспечения надежности поставок, роста эффективности деятельности, использования научно-технического потенциала.

Для достижения стратегической цели в ПАО «Газпром» обеспечивается поддержание и постоянное улучшение Системы менеджмента качества на основе процессного подхода и риск-ориентированного мышления, а также международных стандартов и современных практик.

ПАО «Газпром» выделяет следующие приоритетные направления деятельности в области качества:

- обеспечение улучшенных, стабильных и предсказуемых результатов выполнения требований потребителей к качеству углеводородов, надежности и безопасности эксплуатации объектов Общества;

- принятие управленческих решений, обеспечивающих результативную и эффективную работу Общества;

- обеспечение соблюдения Обществом требований законодательства Российской Федерации;

- планирование и внедрение действий, связанных с рисками и возможностями в ходе достижения целей и реализации производственных программ;
- повышение профессионализма работников, обеспечение сплоченной командной работы;
- вовлечение всех работников в процесс совместной деятельности для достижения целей, стоящих перед Обществом;
- внедрение и развитие современных информационных технологий, обеспечивающих использование достоверной и оперативной информации при принятии управленческих решений;
- обеспечение удовлетворения потребностей нынешнего поколения не в ущерб для будущих поколений.

«Газпром» планомерно развивает Сахалинский центр газодобычи. В частности, ведется расширение мощностей газопровода «Сахалин – Хабаровск – Владивосток» и дообустройство Киринского месторождения.

На Чайндинском НГКМ (нефтегазоконденсатное месторождение) есть водозабор с тремя артезианскими скважинами, с двумя резервуарами объемом каждый по 400 м³ и насосная. Ниже представлена технологическая схема на рисунке 2.

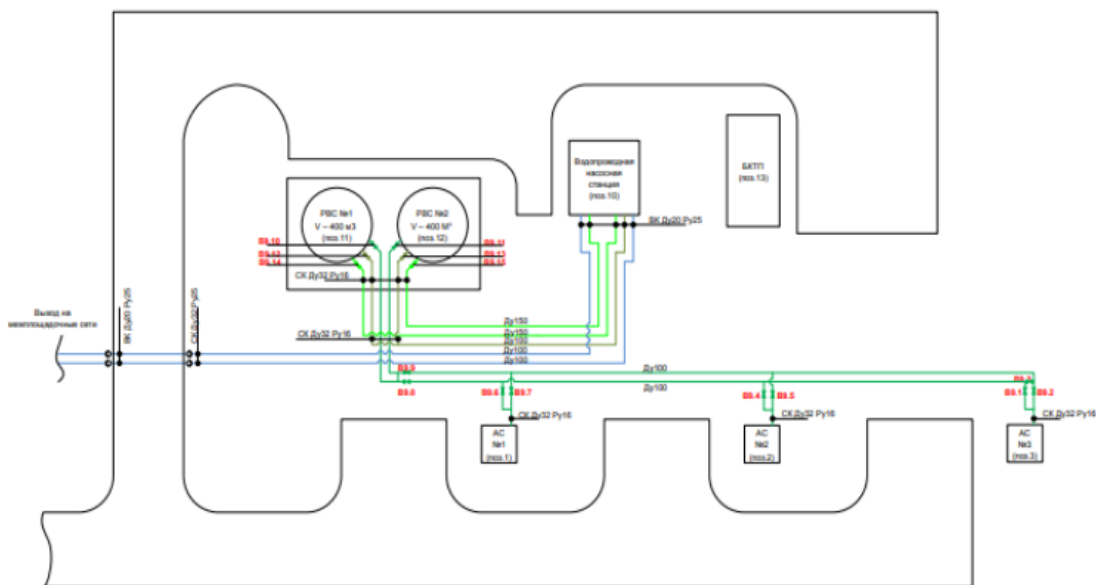


Рисунок 2. Технологическая схема обвязки водозабора Чайндинского НГКМ

Для исследования воды на месторождении была взята проба из 1 скважины, результатом которой стал протокол лабораторных исследований из первой скважины № 989 от 22.05.2023 г. В качестве результата оценки качества воды прилагаю лепестковую диаграмму санитарно-гигиенических исследований:



Рисунок 3. Санитарно-гигиенические исследования

Согласно требованиям ГОСТ некоторые значения превышают норму:

1. Жесткость по данным исследования **31.5**, а по ГОСТ 31964-2012 п. 4 не более 10.
2. Массовая концентрация аммиака **2.6**, выше нормы, норма 1.5
3. Сухой остаток **2 170**, по ПНД Ф 14.114-97 норма не более 1500.
4. Массовая концентрация хлоридов **708.5**, по ГОСТ 4245-72 норма не более 350.
5. Марганец **0.156**, по ГОСТ 4974-2014 не более 0,1.

Остальные показатели в пределах нормы.

Согласно данным органолептического анализа (Приложение) предоставлены результаты в формате лепестковой диаграммы:

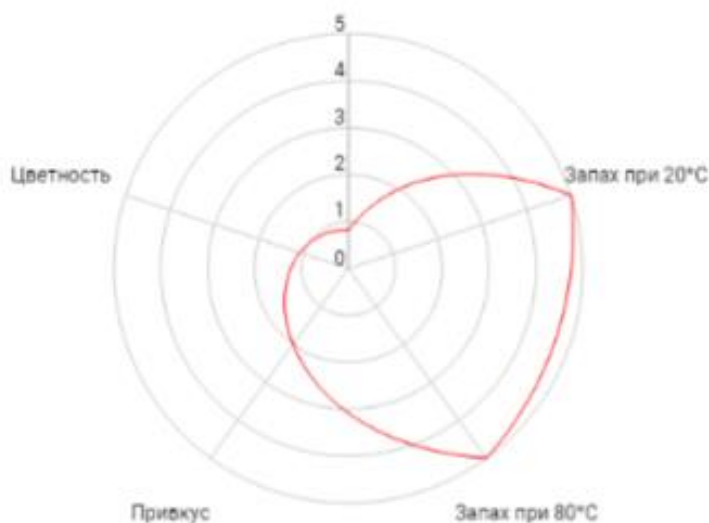


Рисунок 4. Результаты органолептического анализа

По результатам органолептического анализа и сравнению данных показателей с требованиями ГОСТ и ПНД отклонений в показателях не выявлено.

Таким образом, согласно результатам санитарно-гигиенических исследований выявлены отклонения от нормы пяти показателей. Имеется необходимость установки фильтра для того, чтобы показатели были не выше нормы и скважина могла быть использована в питьевых целях.

Здесь применяется современная система очистки питьевой воды - обратный осмос. Это мембранный метод фильтрации от всех растворенных примесей. Данная техника отлично справляется с высокой минерализацией местной воды. Обратноосмотическая мембрана проницаема для молекул H₂O и непроницаема для молекул других веществ. Таким образом, вода за несколько циклов под давлением разделяется на чистую и загрязненную.

Для очистки питьевой воды на предприятии предлагаю использовать БОВ- 80 (Блок очистки воды).

В корпусе имеется верхнее резьбовое отверстие для монтажа дренажно-распределительной системы, загрузки фильтрующих материалов, крепления блока управления.

Дренажно-распределительная система фильтра включает в себя:

- верхний щелевой экран;
- вертикальный коллектор;
- дренажное устройство в виде шести щелевых лучей.

Верхний щелевой экран служит для предотвращения выноса в канализацию фильтрующего материала при его обратной промывке. При использовании фильтрующих материалов, требующих больших расходов воды на промывку, верхний экран может не использоваться.

Глубокая очистка воды методом обратного осмоса, с помощью Деминерализационной мембранной системы AMS RO80.

При запуске в работу в целом месторождения весной 2021 г, вода доходя до потребителя становилась мутной, из-за некачественного материала трубы, вода после блока очистки воды (БОВ-80), попадает в накопительные резервуары (100 м³), 2 шт. После поступает к потребителю (общезитие, столовая). Долго не могли понять, почему вода приходила к потребителю мутной и жёлтой. Необходимо было разработать мероприятия (идею) по улучшению качества питьевой воды. Было принято решение в установке доочистки (УД). Далее рассмотрим систему доочистки УД.

1. Назначение УД на рисунке 5.

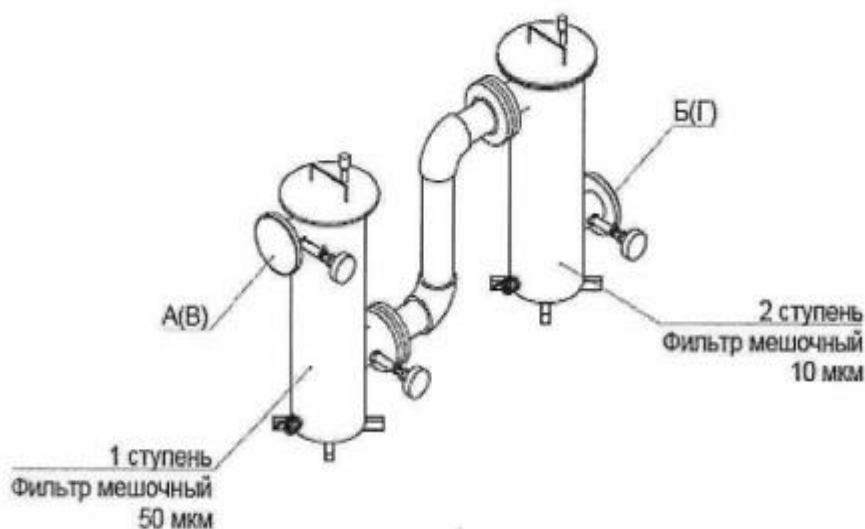


Рисунок 5. Назначение УД-1

Установка доочистки УД-1 предназначена для доочистки хозяйственно-питьевой воды от механических примесей и включений. Детали и комплектующие изделия, имеющие контакт с очищаемой водой, изготавливаются из материалов, разрешенных к применению Министерством Здравоохранения.

2. Технические данные РА на рисунке 6.

№ п/п	Наименование параметра		Значение параметра
1	Давление, МПа (кгс/см ²)	Рабочее	До 1,0 (10)
		Расчетное	0,1-1,0 (1-10)
2	Рабочая температура, °С		Плюс 3...80
3	Рабочая среда		Хозяйственно-питьевая вода
4	Производительность, до м ³ /ч		40
5	Тонкость фильтрации установки		
	2 ступень		10 мкм
	1 ступень		50 мкм
6	Потери напора, не более, атм		0,2
7	Материал корпуса		Нержавеющая сталь АISI 304
8	Масса корпуса одного фильтра, кг		57
9	Масса установки со средой, кг		220
10	Присоединительные	Вход, выход	DN 100

Рисунок 6-Технические данные УД

Основные технические данные и характеристики УД приведены в таблице выше.

УД представляет собой два фильтра мешочного типа разной степени очистки, соединенных трубной обвязкой. УД аналогичны как для холодного водоснабжения (ХВС), так и для горячего водоснабжения (ГВС).

УД состоит из следующих составных частей:

- * Фильтр мешочного типа для холодной воды;
- * Фильтр мешочного типа для горячей воды;
- * Фильтроэлемент для холодной/горячей воды 50 мкм (1 степень фильтрации);
- * фильтроэлемент для холодной/горячей воды 10 мкм (2 степень фильтрации);
- * манометры;
- * воздухоотводчики;
- * кран шаровой;
- * трубопроводная обвязка.

Устройство и работа УД.

Основные технические данные, параметры, характеристики, состав оборудования, необходимые для изучения и правильной эксплуатации приведены на принципиальной технологической схеме и отдельно в руководстве по эксплуатации на Фильтр мешочного типа.

Устройство и работа УД. Технологическая схема очистки ХВС и ГВС включает в себя следующие этапы:

- 1) Исходная вода поступает в мешочные фильтры через штуцера А(В);
- 2) Первая степень фильтрования

Фильтр загружен фильтрующим материалом со степенью очистки 50 мкм. Фильтр мешочный производит удерживание крупных частиц до 50 мкм (где устраняются железо, марганец и механические взвеси).

- 3) Вторая степень фильтрования

4) Фильтр загружен фильтрующим материалом со степенью очистки 10 мкм. Фильтр мешочный производит удерживание малых частиц до 10 мкм, откуда вода поступает на потребителя через штуцера БГ).

Экономическая эффективность системы доочистки УД1

В ВЖК (вахтовый жилой комплекс) в среднем проживает 180 человек, каждому выделяется в день 2,5 л воды для питья. Для приготовления пищи в столовую требуется в сутки - 300 л воды. Таким образом, в сутки идет расход:

$180 * 2,5 = 450$ литров воды в день

300 литров столовая за день

$450 + 300 = 750$ литров расход воды в сутки.

$750 \text{ л} * 365 \text{ дней} = 273\,750$ литров в год

В качестве поставщика воды использовалась организация ООО «Байкальские росы». Официальный сайт на рисунке 7.



Наша продукция
Рисунок 7-Официальный сайт ООО «Байкальские росы»

Так как, для организации требуется 273 750 л в год, было решено закупать бутылки по 5 л. (стоимость бутилированной воды 5л., с учетом доставки составило 100 рублей каждая:

$$273\ 750\ \text{л} : 5\ \text{л} = 54\ 750\ \text{бутылок по 5 литров в год.}$$

$$54\ 750 * 100 = 5\ 475\ 000\ \text{руб.} - \text{затраты за год на воду.}$$

Таким образом, при закупке воды в бутылках сумма расходов выйдет: 5 475 000 рублей в год, на привозную бутилированную воду.

В зданиях общежития и столовой установлены фильтры, также было рекомендовано в результате анализа пробы воды (во 2 главе настоящей работы) установить системы доочистки УД1.

Так, рассчитаем альтернативный метод питьевой воды на предприятии.

Необходима установка системы доочистки (УД) в количестве 4 шт.: в общежитие 2 шт. (на горячую и холодную воду) и в столовой 2 шт.

В качестве поставщика системы доочистки УД используем ООО НПП «Амма». Реквизиты представлены на рисунке 8.

Общество с ограниченной ответственностью
Научно-Производственное Предприятие «АММА»
ИНН/КПП 0278166802/ 025501001
ОГРН 1100280006826
Юр. адрес: 452000,
г.Белебей, им. В.И. Ленина 25
Тел.: (347) 292-68-18, 246-42-78
E-mail: info@nppamma.ru
www.nppamma.com

Рисунок 8 - Данные поставщика ООО НПП «АММА»

Для определения инвестиций в установку системы доочистки были проанализированы поставщики. Сумма за 1 установку УД1 составит 61 000 рублей (рисунок 9).

Установка для обеззараживания жидких стоков УД1

Медицина и косметика / Медицинское оборудование, инструмент

Организация: ИП Некрасов В.П.

Установка УД-1 предназначена для химической обработки жидких отходов (сточных вод) в ПЦР-лабораториях, диагностических и зоолого-энтмологических лабораториях, в отделениях инфекционных больниц и в других учреждениях и лабораториях. Для эксплуатации в лабораториях, где проводятся работы с ПБА III– IV групп или в лабораториях, проводящих диагностические исследования объектов и материалов, содержащих или подозрительных на содержание микроорганизмов I – II групп патогенности. Установка является техническим средством для накопления и химической обработки жидких отходов перед сбросом в общую канализационную систему. Применяемые материалы – полипропилен ГОСТ 26996-86, все используемые материалы устойчивы к действию моющих и дезинфицирующих средств в соответствии с действующими нормативными документами. - Стандартная УД-1 объемом 50 литров, размеры 526x376x520 Можно сделать под конкретную мойку с конкретным размером (нужны фото с размером конкретной мойки где видны расстояния длины, ширины, и высоты до сифона) - рекомендуется любое дезсредство на основе дихлоризацианурата натрия, это самый дешевый вариант. -Также во вложении СанПин, в котором прописано, что сброс необеззараженных отходов в канализацию запрещен.

Цена: 61000 руб. за 1 шт.

Рисунок 9- Цена и характеристики УД 1

Для установки на предприятии нам потребуется:

4 УД 1 = 61 000 * 4 = 244 000 рублей.

Транспортная компания ПЭК готова доставить груз от ООО «АММА» до «Газпромнефть Энергосистемы» за 271 628 рублей за 17 дней (монтаж оборудования не требуется, так как система проста в использовании). Прилагаю расчет на рисунке 10.

Данные о грузе [Указать общий вес/объем](#) [Указать с габаритами](#)

Общий вес, кг	Общий объем, м³	Макс. габарит, м	Кол-во мест
200	25	5.5	- 4 +

Объявленная стоимость, Р

Характер груза

Жидкий Хрупкий

Сумма **271 628 Р***

17 дней **19 июня** ориентировочный срок

* ориентировочная стоимость

Внимание!
Согласно п.4 ст.4 Федерального закона от 30.06.2003 № 87-ФЗ «О транспортно-экспедиционной деятельности» сотрудник компании обязан провести осмотр груза при приемке!

Рисунок 10- Расчет доставки ООО «ПЭК»

Так, установка доочистки УД 1 с учетом транспортировки составит:

$$271\ 628 + 244\ 000 = 515\ 628 \text{ рублей.}$$

Гарантия на УД 1 от компании ООО «АММА» 30 лет.

Требуется также закупка 8 фильтров в месяц на сумму:

$$8 \cdot 1000 = 8000 \text{ рублей, что составит } 8000 \cdot 12 = 96\ 000 \text{ в год.}$$

Итоговая сумма закупки УД1+доставка+установка+96 фильтров составит:(515 628+96 000) руб. = 611 628 руб. на первый год эксплуатации.

Подводя итоги, сведём данные в таблицу:

Таблица 7. Анализ затрат и прибыли.

ООО «Байкальские росы»	Система доочистки УД-1
Затраты	
5 475 000 руб.	• 611 628 руб.
Прибыль	
-	4 863 372 руб.

Расчёт *годовой* экономической эффективности (Э) по предложениям проведём по формуле:

$$\text{Э} = \frac{P}{Z} \cdot 100 \%,$$

где P – прибыль, Z – затраты

$$\text{Э} = \frac{4\ 863\ 372 \text{ руб.}}{611\ 628 \text{ руб.}} \cdot 100 \% = 800 \% \text{ в год.}$$

Расчёт прибыли по предложениям в месяц:

$$\frac{4\ 863\ 372 \text{ руб.}}{12} = 405\ 281 \text{ руб. в месяц}$$

Расчёт экономической эффективности в месяц:

$$\text{Э} = \frac{405\ 281 \text{ руб.}}{611\ 628 \text{ руб.}} \cdot 100 \% = 66,26 \% \text{ в месяц.}$$

Таблица 8. Расчёт прибыли по месяцам.

Затраты, руб.	Прибыль, руб.				
	1 месяц	2 месяц	3 месяц	4 месяц	5 месяц
611 628	- 206 347	+ 198934	+ 604215	+ 1 009496	+ 1 414 777

Таким образом, при внедрении предложения срок окупаемости составит 2 месяца.

Рассчитаем экономическую эффективность на второй год

$5\,475\,000 - 92\,000 = 5\,383\,000$ руб.

$5\,383\,000$ руб. * 29 лет = $156\,107\,000$ руб. (всего прибыли за 29 лет).

$$\Theta = \frac{156\,107\,000 \text{руб.}}{611\,628 \text{руб.}} \cdot 100 \% = 25\,686 \% \text{ (за 29 лет)}$$

Таким образом, доказана экономическая эффективность установки системы доочистки. Установить УД 1 в 8 раз выгоднее, нежели год заказывать воду на предприятии ООО «Байкальские росы» (на первый год) и в 256 раз выгоднее за 29 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка системы качества на промышленном предприятии // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 83-89.

2. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка паспорта процесса «Входной контроль качества оборудования» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 101-106.

3. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Входной контроль изделий // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 90-100.

4. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Рукомойников А.А. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 114-121.

5. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Галиахметов Р.Н. Контроль качества сварных швов и соединений // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 122-128.

6. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Нурутдинов А.А. Контроль качества продукции на производстве автопластика // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 134-138.

7. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения // сборнике:

Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 36-42.

8. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Анализ деятельности предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 43-48.

9. Габдрахманова Н.И., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Роль стандартизации в экономике // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 49-56.

10. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Методика оценки метрологического обеспечения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 57-65.

11. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Автоматизация измерительных процессов, методика расчёта эффективности // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 66-72.

12. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка методики оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 73-82.

13. Бакиров И.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Измерения микрометрами // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 30-35.

14. Янбаева А.Д., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Газоанализаторы // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 107-113.

© Гурьянов Н.А., Шаймурзин Р.З., Баннова А.В.,
Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М., 2024

Н.А. Гурьянов

студент 2 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа

Р.З. Шаймурзин

студент 5 курса УУНУТ, г. Нефтекамск

А.В. Баннова

канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
bannovaanna@mail.ru;

Г.Р. Бакиева

канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
bgr85@mail.ru

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Аннотация: основой всего живого в мире является вода. Процессы, связывающие нас с водой: готовка пищи, умывание, питье - пополнение водного запаса организма, уход за растениями. Наиболее важно и ценно в нашем мире- вода высокого качества. По данной причине делается упор на качество воды. Вода должна находиться под контролем. Примеси воды могут как нанести вред человеку, так и вовсе привести к летальному исходу. Невозможно посмотреть на воду, чтобы определить её качество, для этого существуют методы оценки качества воды.

Ключевые слова: качество, качество питьевой воды, система менеджмента качества.

Ранее в серии работ нами была дана оценка системы качества на промышленном предприятии [1], был разработан паспорт процесса «Входной контроль качества оборудования» [2], изучен входной контроль изделий [3], проведён анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов [4], изучен контроль качества сварных швов и соединений [5], проведён контроль качества продукции на производстве автопластика [6], проведена оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения [7], проанализирована деятельность ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей [8], дана оценка роли стандартизации в экономике [9]. Основной составляющей в СМК всех процессов является метрологическое обеспечение производственных процессов. Нами были разработаны методики оценки метрологического обеспечения [10], проведена автоматизация измерительных процессов и разработана методика расчета эффективности [11], также разработана методика оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению свойства метрологического обеспечения на АО УАПО [12], для этого проведены измерения микрометрами [13] и газоанализаторами [14].

Определение наличия примесей воды возможно лишь путем анализа. Недостаточно просто посмотреть на воду. Большое количество примесей и бактерий не видны в воде без анализа. Необходимо химическое изучение воды. Исследователи вод считают, что анализ воды должен быть постоянным. Даже если с виду вода такая же, её структура может подвергаться изменению многих факторов. Когда необходимо срочно провести анализ воды:

- Когда вода имеет странный вкус и цвет, специфический запах. Постоянный контроль за качеством воды позволит оперативно выявить причины изменений и определить степень опасности возможного загрязнения. Бывает, что в источник водосбора попал химический элемент или же пошла реакция, которая повлияла на качество воды. Проблема также может быть обнаружена в трубах, в которых течет вода.
- Если рядом с источником воды планируется строительство сооружения (завод, большая магистраль), то экология местности ухудшится, следовательно упадет и качество воды. Нужно не только следить за самим качеством воды, но и анализировать ситуацию вокруг (населенный пункт, регион).
- Вероятность техногенной аварии. Может возникнуть сброс. В такой ситуации необходимо в срочном порядке провести анализ для выявления загрязнения почвы и соответственно воды под землей.
- Скважина. Перед ее приобретением важно ознакомиться со структурой воды и провести анализ.
- Установка системы водоочистки. Если вы выбираете фильтр, то важно сначала изучить саму воду. Очень важно определить показатели для очистки, так как не все фильтры справляются сильными загрязнениями воды. Существуют фильтры, которым необходим процесс доочистки.

Качество и чистота воды, требования к ее исследованию нормируются на законодательном уровне. Так в различных отраслях, например, в медицинской или в санаторно-курортных учреждениях, производителям бутилированной воды необходимо провести оценку безопасности воды в установленном порядке. А в промышленных предприятиях в соответствии с законодательством, необходимо контролировать качество сточных вод.

Нормативно-технические и законодательные документы классифицируют типы воды, от которого зависят требования к ее качеству. К таким документам относятся:

- санитарные правила и общепризнанных мерок (СанПиН), в каких содержатся требования по органолептическим и санитарно-токсикологическим показателям;
- гигиенически нормативы (ГН), в каких содержатся требования по гигиеническим и эпидемиологическим показателям;
- муниципальные эталоны (ГОСТ) с требованиями к промышленной, питьевой воде и так далее;

- муниципальные фармакопеи, содержащие требования к воде, применяемой в лечебных целях;

- технические (Техусловия) с требованиями, к качеству воды, ПДК и так далее, которая используется в особых целях.

Вышеперечисленные требования установлены для обеспечения безопасности населения, окружающей природы, а их нарушение может иметь серьезные последствия. Следовательно, низкокачественная питьевая вода, не соответствующая нормам, может серьезно навредить здоровью человека, даже привести к пищевым отравлениям и инфекциям, протекающим в тяжелой форме.

В соответствии с оценкой качества водопроводной воды проводят с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы». Самые важные нормируемые показатели качества воды с учетом другим нормативных документов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели оценки качества воды

рН	Общая минерализация, мг/л	Жесткость, мг-экв/л	Содержание					фенольный индекс, мг/л
			нитратов, мг/дм ³	железа, мг/дм ³	марганца, мг/дм ³	ПАВ, мг/дм ³	нефтепродуктов, мг/л	
6-9	1000	≤ 7,0	≤ 45,0	≤ 0,30	≤ 0,10	≤ 0,50	≤ 0,1	≤ 0,25

Указанные показатели контроля качества воды не предоставляют полной информации, так как согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 существует множество показателей, включая группы органических и неорганических веществ, биологических, паразитических и радиологических показателей, их количество достигает около 1000.

Оценка качества бутилированной воды проводят в соответствии с СанПиН 2.1.4.1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества». В соответствии с санитарными правилами и нормами выделяют две категории питьевой воды: первая и высшая. Первая категория подразумевает требования, обеспечивающие достаточную безопасность для здоровья. В нее входят органолептические и эпидемиологические характеристики, а также радиационная чистота. Вода этой категории должна сохранять свои свойства на протяжении длительного времени. Высшая категория также соответствует этим требованиям, но имеет одну отличительную особенность: она получается из естественных природных источников, которые полностью защищены от загрязнений.

Качество бутилированной воды подвергается более строгому контролю по сравнению с водопроводной. При экспертизе обязательно проверяют содержание солей, газа, наличие органических, металлических и неметаллических примесей. Также контролируются радиационные и бактериологические показатели.

Природные источники питьевой воды включают реки, озера, родники, колодцы, скважины и другие. Вода в таких источниках характеризуется меняющимся химическим составом и бактериологическими показателями. Нормативные документы также устанавливают требования к составу, примесям и наличию бактерий и других веществ.

Источники воды и их качество играют важную роль в жизни общества, а соответствующее качество воды остается актуальной проблемой в современном мире. Под словом «качество» в данном случае подразумевается химический состав и свойства воды, которые соответствуют определенным требованиям в зависимости от целей ее использования.

Так, например, пригодная для употребления питьевая вода в своем составе должна содержать некоторое количество солей, поскольку отсутствие последних приводит к вымыванию из организма человека кальция, что может привести к деструкции костных тканей, зубов и прочим заболеваниям. Таким образом, некачественная вода приводит к нарушению функционирования организма человека.

Очистка питьевой воды должна осуществляться таким образом, чтобы в составе воды оставались полезные вещества, а вредные – отсутствовали. Для этого необходимо иметь представление о том, откуда вода получена, какие вредные вещества в ней содержатся, их количество в полученном источнике. Загрязнителями могут являться природные микробиологические элементы, попадающие через паводковые и дождевые воды, которые поступают из почв, горных пород и пр. Также значительное загрязнение воды может быть вызвано промышленными предприятиями, различными отходами, агропромышленной деятельностью человека.

Контроль качества природных источников воды, а особенно питьевой воды, очень важны, для объективного контроля необходимо иметь информацию об их качественных (содержание различных элементов, микробактерий и пр.) и количественных характеристиках (в каком соотношении содержатся элементы).

К сожалению, в преобладающем большинстве городов в России качество воды в системах водоснабжения неудовлетворительное и не соответствует в полной мере требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Указанные проблемы связаны с неудовлетворительным состоянием источников воды, их загрязнением различными токсическими веществами, инфекциями и бактериями. Качество питьевой воды зависит от степени износа очистных сооружений, используемой технологии очистки и состояния водопроводов. Все эти факторы могут привести к появлению загрязняющих веществ, среди которых наиболее значимыми являются канцерогены.

Также немаловажную роль играет технология очистки питьевой воды: использование хлора для обеззараживания может вызывать различные хронические заболевания сердца и сосудов, нарушить функционирование нервной системы.

Государство реализует различные проекты, направленные на улучшение централизованных систем водоснабжения, очистки воды с применением

передовых технологий. Один из таких проектов называется «Чистая вода», цель которого – повышение качества питьевой воды. При реализации данного проекта допускается некоторое отклонение от Санитарных правил и норм, кроме показателей качества, отвечающих за безопасность. Методика оценки рисков для здоровья человека может явиться обоснованием для периодических отступлений от гигиенических нормативов.

В период с 2011 по 2019 гг. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» проводил работы по исследованию качества воды. За указанный период испытательными лабораториями было отобрано свыше 8600 проб из водных источников на наличие различных химических элементов (171 элемент и веществ). Результаты исследований показали, что большая часть веществ оказывает канцерогенной и не канцерогенное действие. В питьевой воде обнаружено превышение гигиенических показателей по 57 химическим элементам почти в 300 тыс. пробах. Чаще всего превышение показателей выявлено по содержанию следующих химических элементов: Al, B, Br, Fe, Li, Mg, Mn, Na, Cl.

В работе исследователей установлено, что в период с 2011 по 2020 гг. происходит снижение качества открытых источников воды и централизованного водоснабжения. Так в течение указанного периода выявлен отрицательный рост по нормативным санитарным показателям на 37% в сравнении с 2011 годом и в 2020 году превышение составило около 30%.

В плане-мероприятий при выполнении ранее названного проекта «Чистая вода» с целью повышения качества питьевой воды, планируется строительство, реконструкция, модернизация систем водоснабжения, очистных сооружений питьевой воды, водопроводов и других мероприятий (всего 2102) в субъектах Российской Федерации в срок до 31.12.2024. Для достижения поставленной цели необходимо задействовать огромное количество технических ресурсов, большое количество квалифицированных рабочих и специалистов, помимо утвержденных инвестиций.

Более половины мероприятий планируется завершить к 2023 году. Проблемы проекта кроются в длительном согласовании каждого этапа мер с органами исполнительной власти субъектов РФ, с органами надзора и контроля за качеством воды в субъектах. Процесс улучшения качества воды осуществляется поэтапно. Надзорные органы и организации, занимающиеся строительством, обязаны постоянно контролировать этот процесс и докладывать о его ходе поднадзорным организациям. В процессе осуществления проекты допустимы отступления и исключения от нормативных актов.

Данные отступления должны быть представлены для согласования в местные представительства Роспотребнадзора и иметь для согласования следующие условия:

– первое, на период осуществления проекта не должна стоять угроза здоровью и жизни потребителей, должна быть проведена оценка рисков отступлений;

– второе, результаты оценки риска могут предложить допущение отступлений, но на короткий срок до семи лет;

– третье, потребители должны получить полную информацию об отступлениях, их сроках и рекомендации грамотного использования питьевой воды.

Для отступления от норм требуется наличие самого плана мероприятий по улучшению качества воды, где прописаны, кто отвечает за план, кто финансирует, в каком объеме, какие сроки. Должны быть проведены органолептический анализ, оценка риска и химический анализ воды. Обязательно должна быть проведена оценка рисков населения при долгосрочном пользовании воды населением в результате мероприятий.

Согласно приказу Роспотребнадзора показатели химического состава, по которым идет согласование, не должны превышать допустимые.

Должен быть рассчитан допустимый вред населению, использующему подобную воду, а также учтены факторы риска населения и временем данного риска. Риск должен иметь адекватный уровень при установлении отступлений. Нормативы установленные должны соблюдаться. Данные риски позволяют определить вредное влияние, оказываемое населению использованием вредной среды, в том числе воды для питья.

Общая оценка отсутствия химического вреда после использования воды проводится с учетом риска для здоровья согласно Руководству, а также списком болезней, которые могут быть вызваны длительным использованием воды с повышенными химическими показателями. Согласно руководству, идет оценка допустимого количества канцерогена. Следует обратить внимание на органолептические показатели согласно с методическими заключениями. Имеет соответствующий алгоритм для согласования отступлений при проведении мероприятий по повышению качества воды [39-42].

1. Оценка гигиенического характера производится с учетом последних пяти лет и результатом мероприятий по проверке качества.

2. Оценка интегрального характера проводится с учетом оценки риска для здоровья и риска от канцерогена также эффект, оказанный водой на здоровье при использовании воды с отклонениями от норм, воды с другими органолептическими показателями нежели той, к которой привыкло население.

3. Интегральная оценка проводится с учетом времени проводимых мероприятий, с учетом времени использования воды населением. Согласование отступление возможно, если уровень показателей не превышает допустимо-высокие значения согласно нормам, установленным действующим законодательством, а также уровням качества воды до мероприятия.

Последовательность оценки качества воды согласно нормативам.

1. При гигиенической оценки учитываются антропогенные, климатические и региональные факторы, а также сам водный источник и качество воды в нем.

2. Оценка химического состава проводится с использованием новых технологий согласно мероприятиям.

3. Эффективность мероприятий устанавливается с использованием технических характеристик обновленного оборудования, его технологиям согласно плану мероприятий.

4. Оценка интегрального риска для жизни и здоровья потребителей идет по каждому показателю согласно плану.

5. Если в результате выходит несколько вариантов мероприятий, выбирается мероприятие с минимальным риском.

Итогом разработки мероприятий является план, который включает:

- первое, соответствие гигиеническим требованиям;
- второе, наименьшие показатели риска для здоровья и жизни;
- третье, если имеются альтернативные решения, но выбирается план с наименьшими рисками.

Для того, чтобы согласовать допустимые отклонения от норм требуется осторожное действие. Сами мероприятия должны составляться реалистично, в основу должна ложиться перспектива регионального развития и наличия квалифицированных кадров. Сложнее всего определить, какие элементы оказывают существенное влияние на здоровье и жизнь пользователей. Лучше всего использовать анализы масштабных лабораторий. Важно учитывать также наличие вредных веществ в самом вредном источнике. Имеются различные подходы и методы для организации временных отступлений и их регламенты. Для принятия решения недостаточно лишь провести анализ воды, нужно использовать вышеописанный алгоритм действий. Для доказательства риска важно использовать не только риски жизни и здоровья при использовании воды, но и оценку самой воды в водосборных отсеках и в сети. Важно также экономически доказать целесообразность плана вводимых мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка системы качества на промышленном предприятии // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 83-89.

2. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка паспорта процесса «Входной контроль качества оборудования» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 101-106.

3. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Входной контроль изделий // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 90-100.

4. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Рукомойников А.А. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 114-121.

5. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Галиахметов Р.Н. Контроль качества сварных швов и соединений // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 122-128.

6. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Нурутдинов А.А. Контроль качества продукции на производстве автопластика // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 134-138.

7. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 36-42.

8. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Анализ деятельности предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 43-48.

9. Габдрахманова Н.И., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Роль стандартизации в экономике // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 49-56.

10. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Методика оценки метрологического обеспечения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 57-65.

11. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Автоматизация измерительных процессов. методика расчёта эффективности // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 66-72.

12. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка методики оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 73-82.

13. Бакиров И.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Измерения микрометрами // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 30-35.

14. Янбаева А.Д., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Газоанализаторы // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 107-113.

© Гурьянов Н.А., Шаймурзин Р.З., Баннова А.В.,
Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М., 2024

Н.А. Гурьянов

студент 2 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа

Д.С. Мардиева

студент 5 курса УУНУТ, г. Нефтекамск

А.В. Баннова

канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
bannovaanna@mail.ru;

Г.Р. Бакиева

канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
bgr85@mail.ru

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ НА УЧАСТКЕ СБОРКИ/СДАЧИ АВТОБУСОВ МОДЕЛИ 5299 ПАО «НЕФАЗ»

Аннотация: повышение качества выпускаемой продукции остается одной из важнейших задач экономического развития. Высокое качество продукции играет ключевую роль в повышении эффективности производства в различных отраслях. Увеличение сроков службы изделий, их производительности и надежности позволяет потребителям увеличивать объемы выпуска продукции высокого качества с каждой единицы оборудования. Это также снижает затраты на труд, материалы и топливо, связанные с эксплуатацией, ремонтом и обслуживанием. Использование качественного сырья и полуфабрикатов обеспечивает больший выход конечной продукции и сокращает затраты на ее производство, что способствует более эффективному использованию ресурсов.

Ключевые слова: система качества, менеджмент, ёмкостно-наливная техника.

На предприятии активно занимаются улучшением качества продукции. Для внедрения продукции необходимо решение множества аналитических задач. Анализ качества продукции является неотъемлемой частью системы комплексного экономического анализа. Ранее в серии работ нами была дана оценка системы качества на промышленном предприятии [1], на предприятии были разработаны паспорта процесса «Входной контроль качества оборудования» [2], исследован входной контроль оборудования [3], проведен анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов [4], изучен контроль качества сварных швов и соединений [5], а также произведен контроль качества продукции на производстве автопластика. [6], проведена оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения [7], проанализирована, с точки зрения удовлетворённости потребителей,

деятельность ИП «Кофе у камина» [8], дана оценка роли стандартизации в экономике [9]. Основной составляющей в СМК всех процессов является метрологическое обеспечение производственных процессов. Нами были разработаны методики оценки метрологического обеспечения [10], проведена автоматизация измерительных процессов и разработана методика расчета эффективности [11], разработана методика оценки метрологического обеспечения и предложений по повышению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО» [12], для этого проведены измерения микрометрами [13] и газоанализаторами [14].

Исходные данные для экономического расчета базового варианта (аналога) и проектного варианта представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данные.

Наименование	А	П
1	2	3
Мощность цеха по производству автобусов НЕФА3-5299-40-52 в год	1200 ед.	1200 ед.
Количество рабочих смен	2 см	2 см
Фонд рабочего времени	3892 ч	3892 ч
Количество оборудования:		
- пресс Mecal TT	-	2ед.
- пневмопресс 420.106	2ед.	-
- компрессор Remeza СБ 4/Ф-270 LB 50-5,5 кВт	-	1ед.
- компрессор Remeza СБ4/С-24.J2047В	1ед.	-
- моноблок Acer Aspire C24-1650 DQ.BFTEP.00N	-	2 ед.
Количество рабочего персонала в смену:		
- слесарь мср	16 чел.	18 чел.
Повышение квалификации:		
- слесарь мср	-	10 чел.
- электромонтажник	-	12 чел.

*Примечание: 1. Индексы «А» и «П» в таблице 1 и далее соответствуют базисному варианту (аналогу) и проектному;

2. Учитываются данные только по изменяющимся статьям.

Расчёт капитальных затрат на оборудование

Для оценки капитальных затрат на оборудование используются следующие исходные данные: спецификация оборудования согласно проекту, оптовая цена за единицу оборудования, укрупненные нормативы дополнительных затрат на доставку и монтаж оборудования по проекту, а также балансовая стоимость оборудования на основе данных о текущем производстве. Для проведения расчета капитальных затрат и амортизационных отчислений на оборудование при модернизации или улучшении уже существующего производства необходимо сравнить его с другими производственными объектами. В результате такого сравнения составляется таблица, в которой сопоставляются показатели оборудования до и после внесения изменений, результаты которого сводятся в таблице 2.

Таблица 2 - Расчёт затрат на технологическое оборудование

Элементы затрат	Кол-во, ед.		Стоимость, т. руб.			Нормативный срок службы, лет	Годовая сумма амортизации, т. руб.	
	А	П	за 1 ед.	общая			А	П
				А	П			
2	3	4	5	6	7	8	9	10
Оборудование:								
пресс Mecal TT	0	2	283,45	0,00	566,90	10	0,00	56,69
пневмопресс 420.106	2	0	154,75	309,50	0,00	10	30,95	0,00
компрессор Remeza СБ 4/Ф-270 LB 50-5,5 кВт	0	1	108,45	0,00	108,45	3	0,00	36,15
компрессор Remeza СБ4/С-24.J2047В	1	0	47,27	47,27	0,00	3	15,76	0,00
моноблок Acer Aspire C24-1650 DQ.BFTEP.00 N	0	2	58,33	0,00	116,66	3	0,00	38,89
Итого				356,77	792,01		46,71	131,73

Для определения затрат на неучтенное оборудование и электрооборудование используются данные, полученные из действующего производства или укрупненные показатели. Обычно это выражается в процентах от общей стоимости технологического оборудования. Транспортно-заготовительные расходы и затраты на монтаж оборудования учитываются только для вновь используемого оборудования в проекте и также выражаются в процентах от его стоимости.

На основе имеющихся производственных данных предприятия могут установить амортизационные нормы для различного оборудования. Это позволит эффективно управлять активами и обеспечивать их долгосрочную эксплуатацию. (1).

$$N_a = \frac{A_{\text{учт}}}{S_{\text{учт}}} \times 100\% \quad (1)$$

Для аналога $A_{\text{учт}}=46,71$, $S_{\text{учт}}=356,77$.

Следовательно: $N_a=13,1\%$.

Для проектного $A_{\text{учт}}=131,73$, $S_{\text{учт}}=792,01$

Следовательно: $N_a=16,6\%$.

Финальная сумма за год отчислений (амортизационных) от стоимости оборудования, вводится в смету учета расходов на содержание и эксплуатацию

оборудования по статье «Амортизация оборудования и транспортных средств» (Таблица 3).

Таблица 3 – Расчёт капитальных затрат на оборудование и сумма амортизационных отчислений от его стоимости.

Элементы затрат	Стоимость, т.руб.		Норма амортизационных отчислений, %		Годовая сумма амортизации, т.руб.	
	А	П	А	П	А	П
1	2	3	4	5	6	7
1. Оборудование:	356,77	792,01	13,1	16,6	46,71	131,73
2. Неучтенное оборудование (5-15% от общей стоимости технологического оборудования)	17,84	39,60	13,1	16,6	2,34	6,59
3. Электрооборудование и электромонтажные работы (5% от общей стоимости технологического оборудования)	17,84	39,60	13,1	16,6	2,34	6,59
4. Транспортно-заготовительные расходы (10-15% от общей стоимости технологического оборудования)	0,00	79,20	13,1	16,6	0,00	13,17
5. Стоимость монтажа (15-20% от общей стоимости технологического оборудования)	0,00	118,80	13,1	16,6	0,00	19,76
Всего	392,45	1 069,21	13,1	16,6	51,38	177,83

3 Расчёт фонда оплаты труда работающих и численности.

Исходная информация:

- календарный фонд рабочего времени - 365 дней,
- выходные и праздничные дни – 121 дней,
- продолжительность отпуска - 28 дней,
- выполнение государственных обязанностей – 2 дня,
- праздничные дни (сокращенные) – 6 дней,
- эффективный фонд рабочего времени – 214 дней,
- эффективный фонд рабочего времени – 1706 часов,

Рассмотрим численность по разрядам для расчета фонда оплаты труда работающих (Таблица 4).

Таблица 4 – Численность основного персонала по разрядам

Наименование профессии	Разряд	Кол-во смен	Аналог		Проект	
			Нормы штатов в смену, чел.	Списочная численность рабочих, чел.	Нормы штатов в смену, чел.	Списочная численность рабочих, чел.
1	2	3	4	5	6	7
Основные рабочие						
Электромонтажник	3	2	1	2	0	0
Электромонтажник	4	2	1	2	0	0
Электромонтажник	5	2	4	8	0	0
Электромонтажник	6	2	0	0	6	12
Слесарь мср	3	2	3	6	0	0
Слесарь мср	4	2	3	6	4	8
Слесарь мср	5	2	2	4	3	6
Слесарь мср	6	2	0	0	2	4
Всего осн. рабочих			14	28	15	30

В процессе определения фонда оплаты труда для рабочих учитываются следующие составляющие:

- расчёт тарифного фонда оплаты труда для каждой рабочей позиции;
- начисления сверх тарифного фонда, включая основную заработную плату рабочих;
- основная заработная плата;
- дополнительные выплаты;
- ежегодный фонд оплаты труда для ключевых рабочих;
- необходимые взносы на страхование.

Для вычисления фонда заработной платы ключевых сотрудников требуется определение среднего тарифного коэффициента. Этот коэффициент вычисляется как среднее арифметическое тарифных ставок, отражающее процентное соотношение численности сотрудников по каждому разряду. Формула для расчета среднего тарифного коэффициента выглядит следующим образом (2):

$$K_{ср} = \frac{\sum Ki \times Чспi}{Чсп}, \quad (2)$$

где $K_{ср}$ - средний коэффициент по тарифу;

Ki - тарифный коэффициент i -го разряда;

$Чспi$ - списочная численность рабочих i -го разряда;

$Чсп$ - списочная численность рабочих всех разрядов.

Таблица 4 – Тарифные коэффициенты по разрядам

Разряд	1	2	3	4	5	6
Тарифный коэффициент	1,00	1,36	1,59	1,73	1,82	2,00

Расчёт тарифного фонда зарплаты рабочих определяется по формуле (3):

$$З_{тар} = Ч_{сп} \times Тэф \times t_{см} \times К_{ср} \times Зч_1 \quad (3)$$

где $З_{тар}$ - тарифный фонд зарплаты;

$Ч_{сп}$ - списочная численность рабочих;

$Тэф$ - эффективный фонд времени, ч;

$t_{см}$ - кол-во смен, ч.;

$Зч_1$ - часовая тарифная ставка 1-го разряда (у основных рабочих

$Зч_1 = 31,6$ руб.).

Основные рабочие (аналог):

$$К_{ср} = \frac{(1,59 \times 8) + (1,73 \times 8) + (1,82 \times 12)}{28} = 1,73$$

$$З_{тар} = 28 \times 1706 \times 2 \times 1,73 \times 31,6 = 5\,222,76 \text{ тыс.руб.}$$

Основные рабочие (проект):

$$К_{ср} = \frac{(1,73 \times 8) + (1,82 \times 6) + (2,0 \times 16)}{30} = 1,89$$

$$З_{тар} = 30 \times 1706 \times 2 \times 1,89 \times 31,6 = 6\,113,35 \text{ тыс. руб.}$$

В таблице 5 приведены результаты расчётов фонда оплаты труда и отчислений по обязательным страховым взносам основных рабочих.

Таблица 5 – Расчёт фонда оплаты труда и отчислений по обязательным страховым взносам основных рабочих

Наименование	Формула	Обозначения	Ед. изм.	Аналог	Проект
1	2	3	4	5	6
Списочная численность рабочих $Ч_{сп}$			чел.	28	30
Средний тарифный коэффициент $К_{ср}$	$K_{ср} = (\sum(K_i \times Ч_i)) / (\sum Ч_i)$	K_i – тарифный коэффициент i – разряда, $Ч_i$ – численность рабочих по каждому разряду		1,73	1,89

Тарифный фонд зарплаты	$Z_{тар} = Ч_{сп} \times T_{эф} \times t_{см} \times K_{ср} \times Z_{ч1}$	Zтар - тарифный фонд зарплаты; Чсп - списочная численность рабочих; Тэф - эффективный фонд времени, ч; tсм - кол-во смен, ч.; Kср - средний тарифный коэффициент; Zч1 - часовая тарифная ставка 1-го разряда	тыс. руб.	5 222,76	6 113,35
Доплата за работу в праздничные дни	$Z_{праз} = (Ч_{сп} \times 12 \times 17 \times K_{ср} \times Z_{ч1}) \times 2$	12 - число часов, отработанных в праздничные дни; 17 - число праздничных дней в году в Башкортостане	тыс. руб.	624,53	731,02
Доплата за вредность	$Z_{вред} = Z_{тар} \times 14\%$	14% - величина доплаты к окладу за вредные условия труда	тыс. руб.	731,19	855,87
Премия	$П = (Z_{тар} + Z_{праз}) \times 80\%$	80% - процент премии	тыс. руб.	4 677,83	5 475,50
Уральский коэффициент	$У = (Z_{тар} + Z_{праз} + Z_{вред} + П) \times 15\%$	15% - процент надбавки	тыс. руб.	1 688,45	1 976,36
Основной фонд зарплаты	$Z_{осн} = Z_{тар} + Z_{праз} + Z_{вред} + П + У$		тыс. руб.	12 944,75	15 152,10
Дополнительный фонд зарплаты	$Z_{доп} = Z_{осн} \times 15\%$	15% - процент премии	тыс. руб.	1 941,71	2 272,81
Годовой фонд зарплаты основных рабочих	$Z_{год} = Z_{осн} + Z_{доп}$		тыс. руб.	14 886,46	17 424,91
Отчисления по обязательным страховым взносам	$Z_{отч} = Z_{год} \times 30\%$	30% - общие тарифы страховых взносов в ИФНС: 22% — на пенсионное страхование; 2,9% — страхование по временной нетрудоспособности; 5,1% — медицинское страхование.	тыс. руб.	4 465,94	5 227,47

Расчёт материальных затрат

В таблице 6 на основе материального баланса, который включает в себя информацию о наименовании сырья и материалов, годовой потребности по материальному балансу и годовом выпуске продукции, определяются.

Таблица 6 – Нормы расхода материалов

Наименование сырья и материалов	Цена сырья и материалов без НДС, руб.	Расход на 1 изделие			Годовой план изделий, шт.	Расход на годовой план изделий		Затраты на сырье и материалы на годовой план без НДС, т. руб.	
		ед. изм.	А	П		А	П	А	П
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пленка полиэтиленовая (0,07-0,1)х1500, ГОСТ 10354	74,20	м2	0	30	1200	0,00	36000,0	0,00	2671,20
Липкая лента 48 мм (ширина)	1,27	мм	0	130	1200	0,00	156000,0	0,00	198,12
Стекло салона 5299-403-5403516	53620,00	шт.	0	1	1200	0,00	1	0,00	53,62
ИТОГО					1200			0,00	2922,94

Энерготехнологические расчёты

Для расчета времени работы эффективного фонда оборудования принимаются следующие исходные данные:

- Календарный фонд времени составляет 365 дней.
- Всего 104 выходных дня.
- 17 праздничных дней.
- 6 сокращенных предпраздничных дней При двух сменах, 8-часовом рабочем дне и 5 рабочих днях в неделю номинальный фонд времени работы оборудования рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ном(реж)}} = (T_{\text{календ}} - T_{\text{празд}} - T_{\text{вых}}) \times \tau_{\text{см}} \times K_{\text{см}} \times \tau_{\text{ппр}} = (365 - 17 - 104) \times 8 \times 2 - 12 = 3892 \text{ ч,} \quad (4)$$

где $T_{\text{календ}}$ - календарный фонд времени; $T_{\text{празд}}$ - число праздников в году в России; $T_{\text{вых}}$ - число выходных дней в году; $\tau_{\text{см}}$ - длительность смены, ч; $K_{\text{см}}$ - число смен; $\tau_{\text{ппр}}$ - число предпраздничных часов.

Фонд времени при проценте простоя (ППР) 7% рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{эфф}} = T_{\text{ном(реж)}} \times (100 - \text{ППР}) / 100 = 3892 \times (100 - 7) / 100 = 3619,56 \text{ ч.} \quad (3.5)$$

Потребление электроэнергии оборудованием представлено таблице 7.

Таблица 7 - Расчёт годового расхода электроэнергии

Элементы затрат	Кол-во, ед.		Мощность, кВт			Эффективный фонд времени, ч	Стоимость 1кВт/ч, руб.	Стоимость потребленной электроэнергии, т. руб.	
	А	П	1 ед.	общая				А	П
				А	П				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
пресс Mecal TT	0	2	0,55	0,0	1,1	3 619,56	5,66	0,00	22,54
пневмопресс 420.106	2	0	0,45	0,9	0,0	3 619,56	5,66	18,44	0,00
компрессор Remeza СБ 4/Ф-270 LB 50-5,5 кВт	0	1	5,5	0,0	5,5	600,0	5,66	0,00	18,68
компрессор Remeza СБ4/С-24.J2047В	1	0	2,2	2,2	0,0	600,0	5,66	7,47	0,00
моноблок Acer Aspire C24-1650 DQ.BFTER.00N	0	1	0,065	0,0	0,1	3 619,56	5,66	0,00	1,33
Всего				3,1	6,7		5,66	25,91	42,55

Расчёт расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Смета расходов по содержанию и эксплуатации оборудования приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Смета расходов по содержанию и эксплуатации оборудования.

№ п/п	Наименование статей	Сумма, тыс. руб.		Методика расчета
		А	П	
1	2	3	4	5
1.	Текущий ремонт оборудования и транспортных средств	10,70	23,76	3% от сметной стоимости оборудования
2.	Капитальный ремонт оборудования и транспортных средств	8,92	19,80	2,5% от сметной стоимости оборудования
3.	Амортизация оборудования и транспортных средств	46,71	131,73	
	Итого:	66,33	175,29	
4	Прочие расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	6,63	17,53	10% от суммы затрат по статьям 1-3
	Итого:	72,96	192,82	

Расчёт экономического эффекта

Общая смета расходов по проектным предложениям приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Общая смета расходов по проектным предложениям.

№ п/п	Наименование статей	Сумма, тыс. руб.		Разница между П и А, тыс. руб.
		А	П	
1	2	3	4	5
1	Материальные затраты	0,00	2 922,94	
2	Капитальные затраты на оборудование	392,45	1 069,21	
3	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	72,96	192,82	
4	Электроэнергия	25,91	42,55	
5	Заработная плата с отчислениями	14 886,46	17 424,91	
		4 465,94	5 227,47	
6	Повышение квалификации электромонтажников (12 чел.)		120,00	
7	Повышение квалификации слесарей мср (16 чел.)	0,00	160,00	
	Итого	19 843,72	27 159,90	7 316,18

Разница между проектом и аналогом на годовой объем продукции (1200 ед.) составила 7 316,18 тыс. рублей.

Итоговые данные приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Прибыль после введения проектных предложений

Показатели	Ед. изм.	Аналог	Проект	Прибыль, тыс. руб.
Годовой выпуск продукции				
а) в натуральном выражении	шт.	1 200	1 200	
б) в стоимостном выражении	тыс. руб.	16 800 000,00	16 800 000,00	
Брак				
а) в процентном выражении	%	5,4	3,8	
б) в стоимостном выражении	тыс. руб.	907 200,00	638 400,00	268 800,00

Расчёт экономической эффективности (Э) по предложениям проведём по формуле:

$$\text{Э} = \frac{P}{3} \cdot 100 \%, \quad (3.6)$$

где Р – прибыль, З – затраты

$$\Theta = \frac{268\,800\,000}{7\,316\,180} * 100\% = 367,4\%$$

Можно сделать вывод, что проектное предложение является рентабельным, так как экономический эффект составил 367,4%. Это проектное предложение является актуальным.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка системы качества на промышленном предприятии // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 83-89.
2. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка паспорта процесса «Входной контроль качества оборудования» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 101-106.
3. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Входной контроль изделий // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 90-100.
4. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Рукомойников А.А. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 114-121.
5. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Галиахметов Р.Н. Контроль качества сварных швов и соединений // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 122-128.
6. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Нурутдинов А.А. Контроль качества продукции на производстве автопластика // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 134-138.
7. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 36-42.
8. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Анализ деятельности предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 43-48.

9. Габдрахманова Н.И., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Роль стандартизации в экономике // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 49-56.

10. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Методика оценки метрологического обеспечения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 57-65.

11. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Автоматизация измерительных процессов. методика расчёта эффективности // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 66-72.

12. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка методики оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 73-82.

13. Бакиров И.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Измерения микрометрами // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 30-35.

14. Янбаева А.Д., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Газоанализаторы // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 107-113.

© Гурьянов Н.А., Мардиева Д.С., Баннова А.В.,
Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М., 2024

СЕКЦИЯ 4. ВОПРОСЫ АНАЛИЗА, СИНТЕЗА, МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНОСФЕРЫ

УДК 621.317.088

Н.А. Гурьянов

студент 2 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа

А.В. Баннова

канд. хим. наук, доцент. УУНУТ, г. Уфа

bannovaanna@mail.ru;

Г.Р. Бакиева

канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

bgr85@mail.ru

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

УЛУЧШЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕФТЕКАМСКОГО ЦЕХА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ФИЛИАЛА ООО «РН-ТРАНСПОРТ»

Аннотация: в современном мире направлением, которое является ключевым для интенсивного развития экономики и общественного производства, является улучшение качества продукции. Несмотря на то, что системы управления качеством на различных предприятиях могут быть индивидуальными, мировая наука и практика сформировали общие признаки, методы и принципы, которые могут быть применены в каждой из них. Работа транспортного хозяйства играет важную роль в производственном процессе, обеспечивая поставку материалов на предприятие и вывод готовой продукции из него. В экономически развитых странах транспорт является важным показателем общих экономических условий. Транспорт – это отрасль материального производства, осуществляющая перевозки людей и грузов.

Ключевые слова: транспорт, стандартизация, система качества, менеджмент.

Эффективное функционирование любого предприятия зависит от ряда взаимосвязанных процессов и во многом определяется системой менеджмента качества. Ранее в серии работ нами была дана оценка системы качества на промышленном предприятии [1], был разработан паспорт процесса «Входной контроль качества оборудования» [2], изучен входной контроль изделий [3], проведён анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов [4], изучен контроль качества сварных швов и соединений [5], проведён контроль качества продукции на производстве автопластика [6], проведена оценка

стоимости разработки и внедрения мобильного приложения [7], проанализирована деятельность предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей [8], дана оценка роли стандартизации в экономике [9]. Основной составляющей в СМК всех процессов является метрологическое обеспечение производственных процессов. Нами были разработаны методики оценки метрологического обеспечения [10], проведена автоматизация измерительных процессов и разработана методика расчета эффективности [11], также разработана методика оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО» [12], для этого проведены измерения микрометрами [13] и газоанализаторами [14].

Автомобильный транспорт - наиболее популярный способ перевозки в нашей стране. Однако, как правило, он используется для коротких расстояний.

Основным преимуществом этого вида транспорта является то, что он позволяет быстро и легко перевозить товары и людей из одного места в другое. Несмотря на это, автомобильный транспорт обладает высокой стоимостью и риском аварийности.

Работа транспортного хозяйства играет важную роль в производственном процессе, обеспечивая поставку материалов на предприятие и вывод готовой продукции из него. В экономически развитых странах транспорт является важным показателем общей экономической ситуации. Транспорт – это отрасль материального производства, осуществляющая перевозки людей и грузов.

В России его значение особенно высоко из-за огромной территории страны и разнообразных климатических условий. Без надежной транспортной инфраструктуры невозможно обеспечить жизнь людей в отдаленных районах, таких как Крайний Север. Туда приходится доставлять всё: от мелких предметов до сложного оборудования для добычи нефти, газа и проведения геологоразведки. Транспорт играет ключевую роль в обеспечении жизнедеятельности и развитии страны.

Он обеспечивает доступ к ресурсам и перевозит их в места, где они наиболее эффективно используются. Таким образом, транспорт позволяет освободить естественные ресурсы от географических ограничений и сделать их непосредственно доступными.

В условиях рыночной экономики возникает необходимость изменения системы управления, поиска организационных моделей, направленных на повышение производительности труда работников и капитала.

Для успешного улучшения деятельности предприятия при ограниченных финансовых ресурсах требуется масштабное внедрение изменений, разработана система «Бережливое производство».

Классический способ определения цены на продукцию заключается в добавлении ожидаемой прибыли к затратам на ее производство. Однако такой подход не стимулирует производителей сокращать издержки, что может приводить к завышенной себестоимости продукта из-за потерь на всех этапах его создания и продажи. Эффективный бизнес-подход, который используется в

Японии и других странах, включает вычитание затрат из рыночной цены для получения прибыли. Это обязывает компании минимизировать свои расходы путем уменьшения всех видов потерь, не приносящих ценности клиенту. Такой подход является формулой бережливого производства (БП) и является более эффективным для бизнеса.

Концепция бережливого производства берет свое начало в Японии 60 годов. Ее создатель Таити Оно - японский инженер и предприниматель. Потребность в изучении концепция получила 80 годах, когда японские автомобили заняли около 30% национального рынка США. Автором термина *lean production* был Джон Кравчик в его понимании, этот термин означает отсутствие лишних элементов.

Каждая организация не стоит на месте и постоянно улучшает качество своей продукции и услуг, работу сотрудников. Для этого нужно выявить все недостатки.

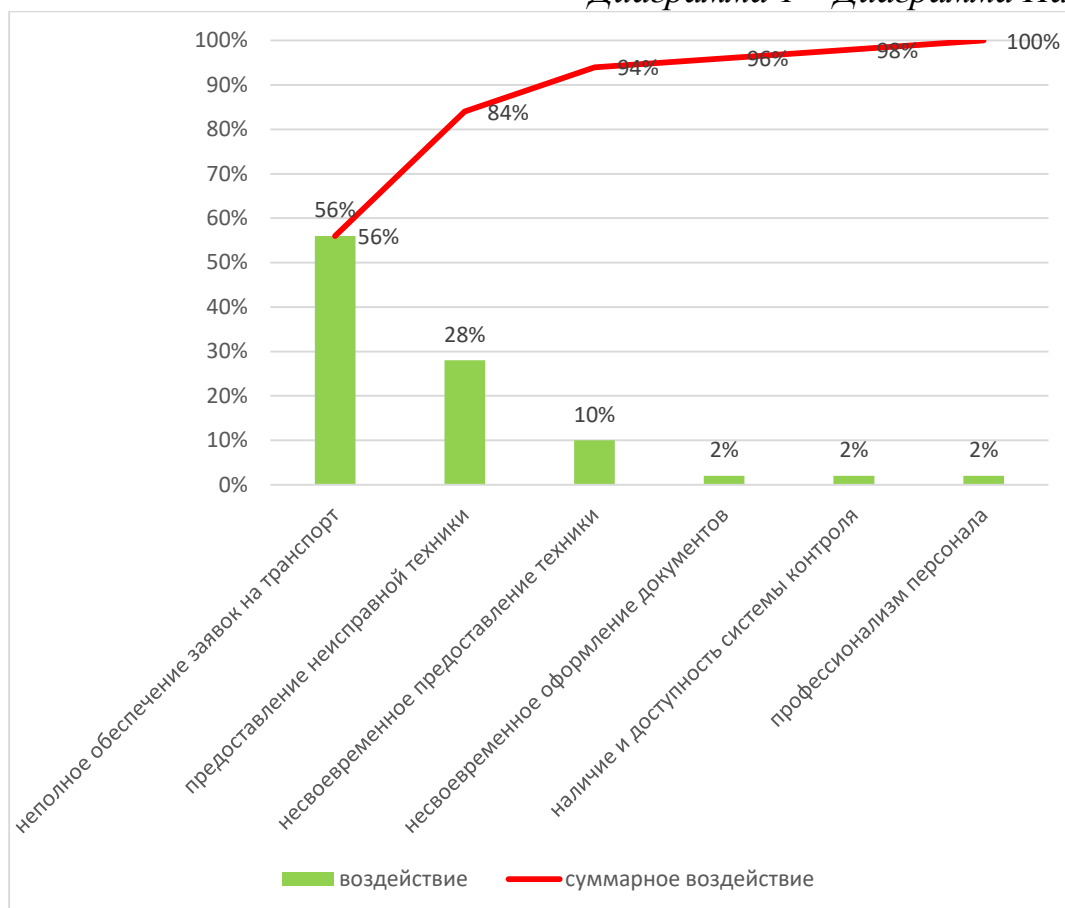
Об этих недостатках мы узнали через проведение анкетирования среди заказчиков транспорта. Анкетирование прошли 50 человек.

Таблица 1 – Анализ анкетирования заказчиков транспорта.

№ пп	наименование несоответствия	количество случаев	воздействие	суммарное воздействие
1	неполное обеспечение заявок на транспорт	28	56 %	56 %
2	предоставление неисправной техники	14	28 %	84 %
3	несвоевременное предоставление техники	5	10 %	94 %
4	несвоевременное оформление документов	1	2 %	96 %
5	наличие и доступность системы контроля	1	2 %	98 %
6	профессионализм персонала	1	2 %	100 %
		50	100 %	

Исходя из всего этого построили диаграмму Парето.

Диаграмма 1 – Диаграмма Парето.



Правило Парето: 20% усилий дают 80% результата, а 80% усилий – 20% результата.

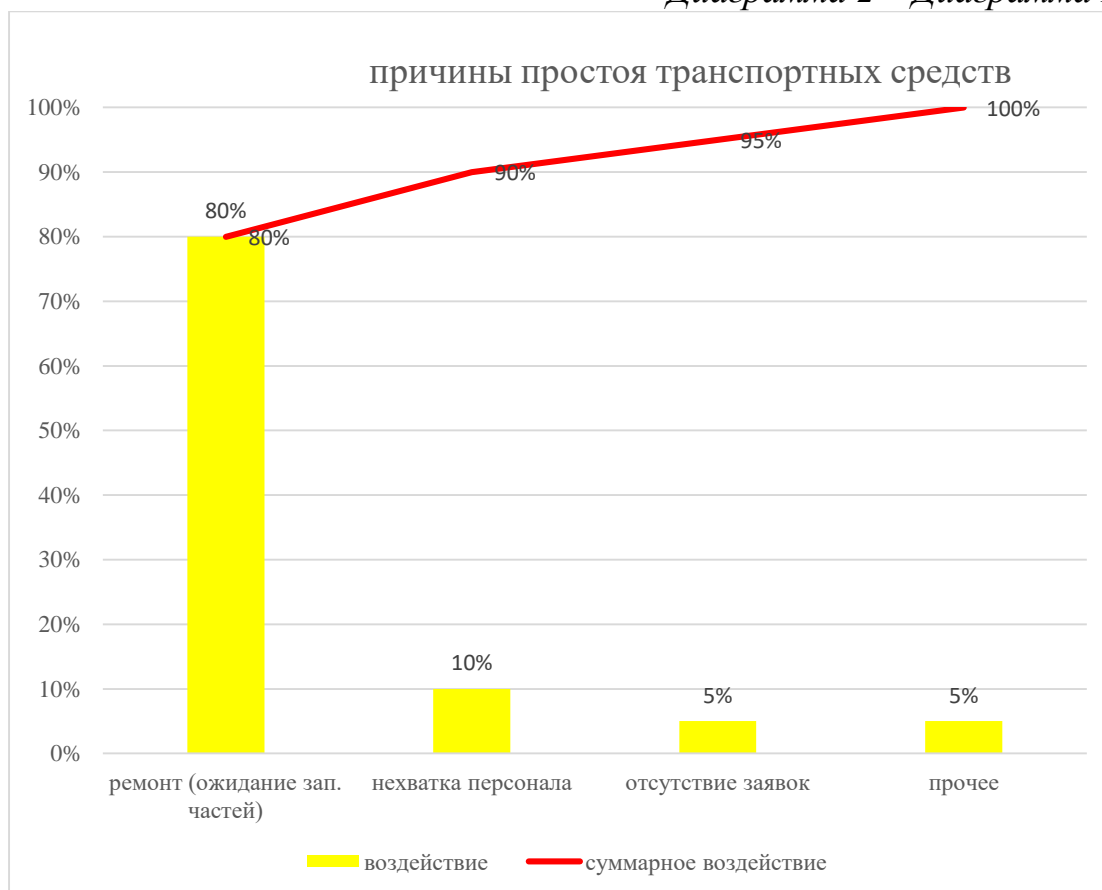
На диаграмме в диапазон 80% вошли 2 проблемные зоны, которые в дальнейшем необходимо устранять: неполное обеспечение заявок на транспорт, предоставление неисправной техники.

Обе проблемные зоны тесно взаимосвязаны. Для более детального рассмотрения 2-х проблемных зон было проведено дополнительное анкетирование вспомогательного персонала Нефтекамского цеха ПУПТ в количестве 20 человек.

Таблица 2 – Анализ анкетирования вспомогательного персонала.

№ пп	причины простоя транспортных средств	количество случаев	воздействие	суммарное воздействие
1	ремонт (ожидание зап. частей)	16	80 %	80 %
2	нехватка персонала	2	10 %	90 %
3	отсутствие заявок	1	5 %	95 %
4	прочее	1	5 %	100 %
		20	100%	

Диаграмма 2 – Диаграмма Парето.



На диаграмме в диапазон 80% вошла 1 проблемная зона (ожидание запасных частей), которую в дальнейшем необходимо устранять.

Договор грузоперевозки является двухсторонним. Есть заказчик и исполнитель. У каждого из них есть свои права и обязанности, прописанные в соглашении. Бывают ситуации, когда одна из сторон отказывается. То есть клиент, ранее намеревавшийся воспользоваться услугой, теперь от своих намерений отказывается. Одной из причин отказа является неисправность транспортного средства (ТС).

В Нефтекамском цехе ПУ ПТ филиала ООО «РН-Транспорт» в г. Уфа проверка автотранспорта осуществляется при выезде на линию и при возвращении от заказчика. Работа организована следующим образом:

Четыре контролера технического состояния автотранспортных средств работают в сменном режиме сутки через трое, на выпуске и заезде присутствует один человек. Массовый выезд техники происходит в промежуток времени с 06.00 по 08.00. Средний показатель выпуска ТС равен 145-150 машин за этот период, т.е. на проверку 1 единицы приходится менее минуты с учетом регистрации в журнал выезда и оформлением путевого листа.

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что в пиковые часы текущая организация работы контролеров неэффективна. Наличие только четырех контролеров, работающих через трое суток, не позволяет своевременно проверять все технические средства и оборудование компании. В результате, в

пиковые часы может происходить выезд неисправных машин и техники, что может привести к задержкам в работе и клиентским претензиям.

Для решения данной проблемы необходимо организовать работу дополнительного контролера в пиковые часы. Только таким образом можно обеспечить своевременную и полную проверку техники для бесперебойной работы компании.

Дополнительные затраты на содержание дополнительного контролера будут оправданы улучшением качества предоставляемых услуг и сохранением имиджа компании.

Кроме того, для оптимизации затрат на содержание дополнительного контролера можно рассмотреть вариант организации дополнительной работы в пиковые часы для контролеров, которые отдыхают. Это позволит не только обеспечить эффективную проверку техники и оборудования, но и не увеличивать штат сотрудников. Производя доплату за 2 часа работы в пиковые часы утром, мы сэконоим на найме дополнительного работника.

На основании статистических методов анализа были выявлены основные проблемные зоны ООО «РН-Транспорт»:

- Простой техники по причине ожидания запасных частей.
- Выпуск неисправной техники на линию.
- Простой техники по причине нехватки персонала.

Разработаны следующие предложения для устранения этих проблем и улучшения деятельности:

- заключение договоров поставки запасных частей в г. Нефтекамске;
- организация работы дополнительного контролера в часы пикового выезда автотехники;
- найм подменных водителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка системы качества на промышленном предприятии // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 83-89.

2. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка паспорта процесса «Входной контроль качества оборудования» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 101-106.

3. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Входной контроль изделий // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 90-100.

4. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Рукомойников А.А. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 114-121.

5. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Галиахметов Р.Н. Контроль качества сварных швов и соединений // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 122-128.

6. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Нурутдинов А.А. Контроль качества продукции на производстве автопластика // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 134-138.

7. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 36-42.

8. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Анализ деятельности предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 43-48.

9. Габдрахманова Н.И., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Роль стандартизации в экономике // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 49-56.

10. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Методика оценки метрологического обеспечения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 57-65.

11. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Автоматизация измерительных процессов. методика расчёта эффективности // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 66-72.

12. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка методики оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО" // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 73-82.

13. Бакиров И.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Измерения микрометрами // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 30-35.

14. Янбаева А.Д., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Газоанализаторы // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 107-113.

Н.А. Гурьянов

студент 2 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа

М.К. Фазлутдинов

студент 5 курса УУНУТ, г. Нефтекамск

А.В. Баннова

канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

bannovaanna@mail.ru;

Г.Р. Бакиева

канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

bgr85@mail.ru

Р.М. Хакимов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

УЛУЧШЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООО «НИГМАШ-СЕРВИС»

Аннотация: ООО «НИГМАШ-СЕРВИС» - это крупное производственное предприятие, которое имеет современное оборудование и квалифицированный персонал. Компания выпускает разнообразное оборудование для металлообработки, включая токарно-карусельные станки, сверлильные станки, фрезерные станки и шлифовальные станки. Кроме того, ООО «НИГМАШ-СЕРВИС» оказывает услуги по изготовлению оборудования по чертежам заказчика и нефтегазовых предприятий. ООО «НИГМАШ-СЕРВИС» придерживается политики в области качества, где основой являются принципы непрерывного улучшения процессов и продукции, удовлетворения потребностей заказчиков и соблюдения стандартов и норм качества.

Ключевые слова: входной контроль, изделия, система менеджмента качества, качество.

Ранее в серии работ нами была дана оценка системы качества на промышленном предприятии [1], был разработан паспорт процесса «Входной контроль качества оборудования» [2], изучен входной контроль изделий [3], проведён анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов [4], изучен контроль качества сварных швов и соединений [5], проведён контроль качества продукции на производстве автопластика [6], проведена оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения [7], проанализирована деятельность ИП «Кофе у камина», предприятия, с точки зрения удовлетворённости потребителей [8], дана оценка роли стандартизации в экономике [9]. Основной составляющей в СМК всех процессов является метрологическое обеспечение производственных процессов. Нами были разработаны методики оценки метрологического обеспечения [10], проведена автоматизация измерительных процессов и разработана методика расчета эффективности [11], также разработана методика оценки метрологического обеспечения и предложений улучшения качества метрологического обеспечения

на предприятии АО «УАПО» [12], для этого проведены измерения микрометрами [13] и газоанализаторами [14].

Чтобы контролировать качество продукции во время всех циклов ее создания требуются различные виды и методы контроля.

Компания ООО «Нефтяное и газовое машиностроение-Сервис» (сокращенно ООО «НиГМаш-СЕРВИС») действует на рынке производства и поставок различного нефтепромыслового оборудования, инструментов, трубных изделий, шлангов, метизов, резинотехнических изделий. Основана в 2000 году в городе Нфтекамск, Республика Башкортостан, 100% учредителем является директор Назмиев Рафис Гатинович.

Компания ООО «НиГМаш-СЕРВИС» является коммерческой компанией, зарегистрированной в формате общества с ограниченной ответственностью.

Поначалу ООО «НиГМаш-СЕРВИС» занималась только продажей нефтяного оборудования, но вскоре начала производить и собственное оборудование. Благодаря высокому качеству продукции и развитию новых технологий компания стала активно привлекать к себе заказчиков из различных регионов России, пост советского пространства, Казахстан, Узбекистан, Киргизия.

Заказчиками являются ведущие компании нефтедобывающего отрасли такие как

1. ПАО НК «Роснефть».
2. ОАО АНК «Башнефть».
3. ОАО «Татнефть».
4. ОАО «Сургутнефтегаз».
5. ОАО «Лукойл».
6. ОАО «Газпромнефть».
7. АО «Зарубежнефть».
8. ЗАО «ССК» и другие компании России, Казахстана, Узбекистана и

Туркменистана.

ООО «НиГМаш-СЕРВИС» выпускает продукцию более 1000 изделия для добычи нефти, газа, оборудование для капитального ремонта скважин.

Выпускаемая продукция:

Переводники НКТ по ГОСТу 23979-2018, бурильных колонн, различных марок сталей и групп прочности, эти компоненты предназначены для соединения элементов бурильной колонны между собой и присоединения к ней бурового инструмента, который используется при бурении скважин.

Патрубки НКТ по ГОСТ 633-80, бурильных колонн, различных марок сталей и групп прочности

Краны типа КШЗ, высоконапорные, нижние, одностороннего действия, предназначены для быстрого закрытия и герметизации трубного канала бурильного инструмента при бурении нефтяных и газовых скважин в процессе строительства, а также обеспечивают проведение профилактического ремонта в полевых условиях.

ЗИП для цементирующего агрегата ЦА 320.

Трубы АФНИ, БРС, Колено шарнирное ЗКШ.

Компания также активно работает над усовершенствованием своей линейки нефтепромыслового оборудования. Она производит разнообразное оборудование и инструменты, включая стандартные приспособления, такие как ловильное оборудование, переводники, патрубки, труболовки и колокола. Кроме того, она также разрабатывает системы, например фильтр бурильной колонны, который предотвращает попадание механических частиц и посторонних предметов в бурильный инструмент, элементы КНБК и телеметрические системы для процесса бурения нефтяных и газовых скважин, включая наклонно-направленные и горизонтальные.

Фильтр должен задерживать частицы и примеси в буровом растворе крупнее 3 мм;

Фильтр оборудован ручкой для удобства вставки в бурильный инструмент или отверстием для его извлечения;

Материал- нержавеющая сталь А131 304, толщиной 3 мм., с круглой перфорацией 5 мм., масса не более 6 кг. -сталь 32ХГМА, толщиной 5-6 мм., с перфорацией 4 мм., масса не более 11 кг.

Все выпускаемое оборудование сертифицировано соответствии с российским ГОСТ.

Покупатели к настоящему времени стали более взыскательными в отношении качества и сервисного обслуживания товаров, а также к цене продукции. Сегодня борьба за клиента происходит на тендерных площадках, где конкуренция велика, и лидером становится тот, кто может предложить наилучший баланс между ценой, качеством и сроками. 2014 и 2015 годы будут запомнены как период повышенного спроса на заменители импорта в промышленности.

На сегодняшний день активы ООО «НиГМаш-СЕРВИС» составляли 249333 млн. руб. (компания занимает по данному показателю 111 место среди 7642 предприятий в отрасли). Структура компании приведена на рисунке 2.1.

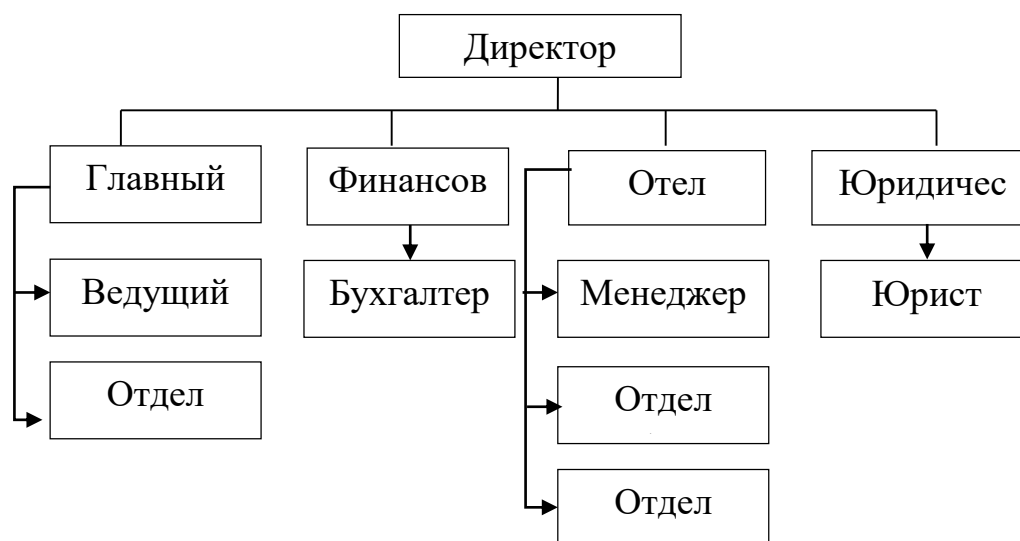


Рисунок 1 – Структура компании ООО «НиГМаш-СЕРВИС»

В 2013 году ООО «НиГМаш-СЕРВИС» после переезда в новое современное здание, где разместились производственные цеха, склады, офисы и техническое оборудование, компания продолжает активно развиваться и укреплять свои позиции на рынке металлообработки и производства оборудования.

В настоящее время ООО «НиГМаш-СЕРВИС» - это крупное производственное предприятие, которое имеет современное оборудование и квалифицированный персонал. Компания выпускает разнообразное оборудование для металлообработки, включая токарно-карусельные станки, сверлильные станки, фрезерные станки и шлифовальные станки." Кроме того, ООО «НиГМаш-СЕРВИС» оказывает услуги по изготовлению оборудования по чертежам заказчика и нефтегазовых предприятий

Политика в области качества

ООО «НиГМаш-СЕРВИС» придерживается политики в области качества, которая строится на основе принципов непрерывного улучшения процессов и продукции, удовлетворения требований заказчиков и соответствия стандартам и нормам качества.

Компания имеет сертификат соответствия ГОСТ ISO 9001:2015, который подтверждает consistente соблюдение системы управления качеством во всех процессах производства оборудования для нефтяной промышленности.

Для достижения высокого уровня качества продукции компания использует современные технологии и высококачественные комплектующие, обеспечивает строгий контроль за каждым этапом производства и тестировании оборудования перед его отгрузкой.

Кроме того, ООО «НиГМаш-СЕРВИС» постоянно работает над улучшением производственных процессов и обеспечением максимального удовлетворения потребностей заказчиков. Компания также активно сотрудничает со своими партнерами и поставщиками, добиваясь единых стандартов качества и бережного отношения к окружающей среде.

Экологическая политика

Организация ООО «НиГМаш-СЕРВИС» также ориентирована на соблюдение экологических требований и благоприятное воздействие на окружающую среду.

К некоторым мерам, которые принимает ООО «НиГМаш-СЕРВИС» в рамках своей экологической политики можно отнести:

- Соблюдение экологических норм и требований при осуществлении своей деятельности.
- Использование современных, экологически чистых технологий и материалов.
- Регулярный мониторинг выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.
- Выполнение мероприятий по очистке и утилизации отходов - разработка и внедрение программ по сокращению потребления энергоресурсов на производстве.

Помимо этого, ООО «НиГМаш-СЕРВИС» также проводит обучающие мероприятия для своих сотрудников, посвященные экологической тематике. Эти

меры помогают поддерживать экологические стандарты на высоком уровне и подтверждают экологически-ориентированную позицию компании.

Оценка проблемных зон предприятия

Для оценки надёжности предприятия был проведён опрос среди 50 сотрудников предприятия. Выявлено мнение персонала по безопасности труда, условиям труда, обеспеченности трудового процесса, уровню зарплаты, психологический климат в коллективе компании ООО «НиГМаш-СЕРВИС».

Таблица 1 – Данные опроса персонала.

Наименование условий труда	Сумма, в баллах	% по каждому показателю	Накопленный %
Безопасность труда (обеспеченность СИЗ, спецодеждой)	15	30	30
Условия труда (комфорт, техническая оснащённость, обеспечение защищённости сотрудника)	12	24	54
Уровень заработной платы	11	22	76
Дополнительные льготы и компенсации за работу	4	8	84
Часто ли Вам приходится работать сверхурочно	2	4	88
Нормы рабочего труда (времени работы и отдыха)	2	4	92
Отношение руководителя к подчинёнными?	2	4	96
Перспективы служебного карьерного роста	1	2	98
Отношения в коллективе (с руководством, коллегами)	1	2	100
ИТОГО	50 (сотрудников)	100,00	



Диаграмма 1 – Диаграмма Парето по опросу персонала.

Правило Парето: 20% усилий дают 80% результата, а 80% усилий – 20% результата.

На диаграмме в диапазон 80% вошли 3 проблемные зоны, которые в дальнейшем необходимо устранять:

- - Безопасность труда (обеспеченность СИЗ, спецодеждой);
- - Условия труда (комфорт, техническая оснащенность, обеспечение защищенности сотрудника);
- - Уровень зарплаты.

Для определения качества выпускаемой продукции была разработана анкета для опроса потребителей. В опросе приняли участие 55 потребителей предприятия. Данные занесены в таблицу 2.

Таблица 2 – Данные опроса потребителей.

№ п/п	Вопросы	Параметр	Количество баллов	% по каждому показателю	Накопленный %
1.	Рекомендовали бы Вы другим потребителям приобрести продукцию ООО «НиГМаш-СЕРВИС»? Соответствует ли качество поставляемой продукции согласованным требованиям НТД (условиям договоров)?	Качество не соответствует ожиданиям	16	29	29
2.	Считаете ли Вы, что цены на продукцию ООО «НиГМаш-СЕРВИС» конкурентоспособны по отношению к ценам других предприятий	Цена	15	27	56
3.	Удовлетворены ли вы квалификацией персонала?	Квалификация. Вежливость	10	18	74
4.	Считаете ли Вы ООО «НиГМаш-СЕРВИС» надежным поставщиком?	Надёжность	6	11	85
5.	Своевременно ли осуществляется выполнение заказа?	Скорость	4	7	92
6.	Удовлетворены ли Вы условиями отгрузки и транспортировки готовой продукции?	Условия	3	6	98
7.	Устраивает ли ассортимент продукции	Ассортимент	1	2	100
	ИТОГО		55	100,00	

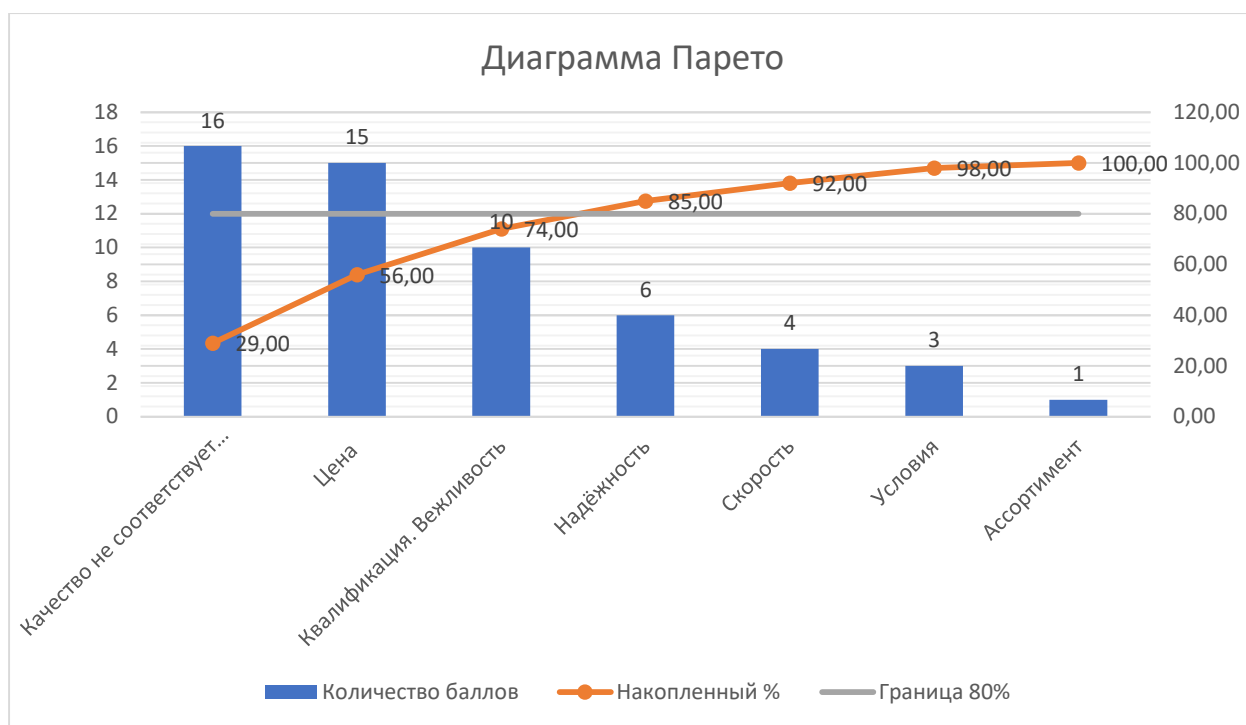


Диаграмма 2 – Диаграмма Парето по опросу потребителей.

Правило Парето: 20% усилий дают 80% результата, а 80% усилий – 20% результата.

На диаграмме видно 4 проблемных участка в работе с потребителями компании ООО «НиГМаш-СЕРВИС»: качество, цена, квалификация / вежливость, надёжность.

Разработка предложений по улучшению деятельности предприятия

На диаграмме в диапазон 80% вошли 3 проблемные зоны, которые в дальнейшем необходимо устранять:

- Безопасность труда (обеспеченность СИЗ, спецодеждой);
- Условия труда (комфорт, техническая оснащённость, обеспечение защищённости сотрудника);
- Уровень зарплаты.

СОЖ является неотъемлемой частью производственных процессов в машиностроении и оборудования для добычи нефти и газа, так как используется для уменьшения температуры режущего инструмента и детали, а также для смазывания режущих поверхностей, что улучшает качество обработки, продлевает срок службы инструментов и увеличивает производительность.

Использование защитного снаряжения в машиностроительной промышленности, где применяются СОЖ, очень важно для безопасности и здоровья работников. В данной ситуации рекомендуется использование защитных очков, шлема, каски и маски для лица.

1. Защитные очки CLEAN+SAFE HB-S03ACL (Рис. 1) предназначены для (<https://neuralwriter.com/ru/>)защиты глаз работника от брызг СОЖ и других опасных частиц, таких как стружка от обрабатываемой детали, которые могут попасть в глаза и привести к травме



Рисунок 1 – Защитные очки CLEAN+SAFE HB-S03ACL

2. Каска - Росомз СОМЗ-55 Favorit Trek (рис. 2) оранжевая необходим, чтобы защитить голову работника от ударов и поражения твердыми предметами и при падении металлических предметов, а также для предотвращения прохождения отходов или брызг СОЖ на голову.

Уникальные и не имеющие аналогов преимущества каски: Сверхлегкий и сбалансированный вес всего шлема – 223 грамма. Устойчивость к искрам и брызгам расплавленного металла. Устойчивость к боковой деформации. Защита от поражения электрическим током до 2200 В; Удобная и долговечная манжета; Удобная пряжка и регулируемый ремешок на подбородке. Сертифицирована в соответствии с требованиями СЕ. Вышеперечисленные особенности делают каску удобной и комфортной в использовании в течение всего рабочего дня зимой и летом при температуре от -50°С до 50°С.



Рисунок 2 – Каска - Росомз СОМЗ-55 Favorit Trek

3. Маска для лица - необходима для защиты легких и слизистой оболочки глаз от вдыхания вредных паров и капель СОЖ, которые могут привести к заболеваниям дыхательных путей и аллергической реакции на коже.

Такие меры предосторожности помогают уменьшить риск негативного воздействия СОЖ на работников и сохранить их здоровье.

4. Регулярная проверка и обслуживание оборудования, чтобы избежать утечек СОЖ.

Регулярная проверка и обслуживание оборудования является ключевым фактором, который поможет предотвратить утечки СОЖ на машиностроительных производствах. Причиной утечки СОЖ может быть не только износ деталей, но и давление, температура, проблемы в управлении и т.д. Поэтому регулярная профилактика поможет идентифицировать проблемы, связанные с оборудованием, и предотвратить их возникновение.

Вот несколько рекомендаций по проверке и обслуживанию оборудования:

4.1. Определите периодичность проверки оборудования. Для каждого типа оборудования должен быть определен план регулярной проверки и обслуживания, который должен следовать производитель оборудования.

4.2. Визуально проверьте оборудование на наличие дефектов и износа, посмотрите на детали, щелочки, фитинги, соединения и т.д. Если обнаружили дефекты, необходимо незамедлительно заменить детали или оборудование.

4.3. Проверьте наличие утечек из систем СОЖ. Осмотрите и промойте элементы фильтрации, сообщайте о нарушении плотности соединения между элементами системы СОЖ, проверьте наличие трещин на трубах и фитингах.

4.4. Проверьте работу насосов и пневматических клапанов, убедитесь, что они работают на правильном уровне и обеспечивают необходимый поток СОЖ.

4.5. Следите за температурой СОЖ. Убедитесь, что датчики температуры функционируют должным образом и поддерживают заданный уровень температуры.

4.6. Проверьте уровни СОЖ, чтобы убедиться, что они не ниже допустимого уровня. Установите систему мониторинга, которая будет контролировать уровень СОЖ.

Помимо этого, для борьбы с утечками СОЖ на машиностроительных производствах следует также обучить сотрудников правильно и безопасно работать с системами СОЖ и установить процедуру быстрой реакции на аварийную ситуацию.

5. Организация правильной вентиляции на рабочих местах, так чтобы воздух был не загрязнен. (Рис. 3).



Рисунок 3 – Фильтровентиляционная установка ФВУ-1 РН

Фильтровентиляционная установка ФВУ-1 РН предназначена для очистки воздуха при проведении таких работ, как сварка, шлифовка, шлифовка и т.п. Состоит из каркаса из профильных труб 30х30х2, создающего необходимую прочность конструкции. Каркас покрыт стальной пластиной толщиной 1,5 мм, покрытой высококачественной порошковой краской.

Используйте верхний вращающийся выпускной патрубок для отбора проб воздуха, загрязненного сварочными дымами и аэрозолями. Установка оснащена металлическим фильтром грубой очистки, который действует как искрогаситель и картриджный фильтр, задерживая сварочный дым и частицы аэрозоля.

ФВУ оснащен системой очистки фильтров, использующей сжатый воздух. Сжатый воздух подается из цехового трубопровода в ресивер через

масловлагоотделитель, а затем поступает в полость фильтра из ресивера через электромагнитный клапан. Резкий перепад давления обеспечивает встряхивание фильтрующего материала, в результате чего частицы, задержанные фильтром, осыпаются в поддон, расположенный в самом низу ФВУ.

Очистка фильтра осуществляется как в автоматическом, так и в ручном режиме. Доступ к фильтру осуществляется через герметичный люк, расположенный в торцевой стенке установки.

Необходимое разрежение воздуха создается центробежным вентилятором, установленным на виброизоляторах и расположенным в корпусе установки.

Центробежный вентилятор оборудован алюминиевым рабочим колесом оригинальной конструкции, что (по сравнению со стальным рабочим колесом, которое обычно используется в аналогичных изделиях) существенно улучшает шумовые характеристики оборудования, а также уменьшает пусковые токи электродвигателя. Кроме того, центробежный вентилятор имеет интегрированную систему шумоизоляции, позволяющую снизить уровень шума до 60 дБА.

Органы управления электрической частью ФВУ расположены на её лицевой панели.

Таблица 3 – Характеристики фильтровентиляционной установки ФВУ-1 РН.

Производительность вентилятора, м ³ /час	1800-2300
Мощность электродвигателя вентилятора, кВт	1,1
Радиус действия ПВУ, м	2
Габаритные размеры, мм	1100x700x700
Масса, кг	185

Установка крепится к стене с помощью четырех кронштейнов, установленных на задней стенке изделия.

Правильная вентиляция на рабочих местах очень важна для поддержания безопасного и здорового рабочего окружения. При некорректной вентиляции в помещении может накапливаться загрязненный воздух, который может повредить легкие и вызвать другие здоровьесберегающие проблемы.

Рекомендаций для обеспечения правильной вентиляции на рабочих местах:

5.1. Убедиться, что система вентиляции в помещении полностью функционирует и регулярно проходит техническое обслуживание. Вентиляционную систему следует проверять не реже двух раз в год.

5.2. Не блокируйте вентиляционные отверстия и клапаны, чтобы не ограничивать поток свежего воздуха.

5.3. Использовать места для хранения оборудования и материалов за пределами зоны вентиляционного потока.

5.4. Расположить рабочие места таким образом, чтобы обеспечить свободное движение воздуха.

5.5. При необходимости установите систему очистки воздуха, чтобы уменьшить количество вредных веществ в воздухе.

5.6. Следуйте инструкциям производителей оборудования и химикатов по их использованию.

Правильная вентиляция помогает поддерживать безопасную и здоровую рабочую среду для выполнения задач.

6. Регулярно обучать персонал правилам безопасности на рабочем месте. 7. Использование экологически чистых СОЖ, которые не загрязняют окружающую среду.

Наиболее достижимым и экономически эффективным направлением технологического совершенствования в машиностроении, нефтегазовой промышленности является использование технологических систем смазки и охлаждения (СТС).

Они используются для увеличения долговечности режущих инструментов, улучшения качества обрабатываемых поверхностей, уменьшения сцепления и затвердевания между инструментом и обрабатываемым материалом. Это достигается целенаправленным воздействием на физико-механические процессы, происходящие при резке металла, за счет правильного выбора основного материала СОТС (вода, минеральное масло и т.п.), а также введения необходимых присадок в состав КОТС. Совокупность химических и механохимических свойств, способствующих повышению надежности и долговечности оборудования.

Одним из типов СОТС является смазочно-охлаждающая жидкость (хладагент). Эффективность работы металлообрабатывающего оборудования во многом зависит от правильного выбора и применения СОЖ. Рациональный подбор и создание высокоэффективных СОЖ возможны при глубоком изучении природы взаимодействия обрабатываемых материалов, инструментов и механизмов.

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) играют важную роль в металлообработке. Эффективность СОЖ зависит от природы и состава присадок, которые обладают высокой поверхностной активностью и улучшают свойства жидкостей. Эти присадки, известные как поверхностно-активные вещества (ПАВ), находят применение в более чем 100 отраслях народного хозяйства. Основными потребителями ПАВ являются машиностроение, нефтяная, химическая и газовая промышленность

Расчёт экономической эффективности

Для оценки экономической части внедрённых предложений рассчитаем затраты на производство партии продукции и прибыль за счёт уменьшения брака.

Таблица 3.5. с данными на себестоимость, прибыли на Переводник П73х89 гр. пр. «Л» по ГОСТ 23979-80.

Таблица 3.5 Себестоимость партии изделия.

№ п/п	Затраты	Расчёт на мес. 176 ч., в руб.	Расчёт на 80 ч., в руб.
1.	Материал сталь 40ХН2МА кругляк или толстостенная бурильная труба	170 000	170 000
2.	Фонд заработной платы	140 000	63 000
3.	Единый социальный налог	42 000	18 900
4.	Транспортные расходы	10 000	4 500
5.	Стоимость энергии	12 000	5 400
6.	Прочие расходы	10 000	4 500
	ИТОГО	384 000	266 300
			На 1 ед. 5 326 руб.

Состав бригады:

1 токарь, 1 рабочий (распиливает), 1 термист, продолжительность смены 8 ч., срок выполнения работы 80 ч.

Количество часов работы одного специалиста в месяц:

$$t_{10} = 176 \text{ ч.}$$

Средняя заработная плата одного токаря в месяц:

$$ЗП_T = 60\,000 \text{ руб.}$$

Средняя заработная плата одного рабочего и термиста в месяц:

$$ЗП_p = 40\,000 \text{ руб.}$$

Изготовление партии Переводников П73х89 гр. пр. «Л» по ГОСТ 23979-80 занимает 80 ч.

$$k = \frac{80 \text{ ч}}{176 \text{ ч}} = 0.45$$

Рассчитаем стоимость энергии: $C_{\text{эн}}^6 = 3000 \text{ Вт} * 4 \text{руб.} = 12\,000 \text{ руб.}$

Таблица 6 – Затраты на обновление оборудования.

Наименование	Производственная площадка	Кол-во, шт.	Цена за ед. изм.	Итоговая сумма в руб. РФ
Система охлаждающей жидкости МОДУС-МС 200л	Цех токарно-фрезерной обработки	3	89 521,00	268 563,00
Система охлаждающей жидкости МОДУС-МС 200л	Цех по обработке листового металла	2	89 521,00	179 042,00
СИЗ (каска, очки, беруши)	все	100	1 200,00	120 000,00
Фильтровентиляционная установка ФВУ-1 РН	Цех токарно-фрезерной обработки	5	170 000,00	850 000,00
Фильтровентиляционная установка ФВУ-1 РН	Цех по обработке листового металла	2	170 000,00	340 000,00
Расходный материал (сверла, резцы, пилы, отрезные круги)	все	30	3 500,00	105 000,00
Медицинский осмотр	все	50	2 500,00	125 000,00
ИОГО:				1 987 605,00

Таблица 7 – Прибыль от нововведений.

Составляющая прибыли	Расчёт
Снижение бракованных изделий с 10% до 5% (по данным ОТК)	50 шт. * 0,10 = 5 шт. 50 шт. * 0,05 = 2,5 шт. (5-2,5) шт.= 2,5 шт. 2,5 шт. * 7 800 руб. = 19 500 руб. (продажа) 2,5 шт. * 5 326 руб. = 13 315 руб. (затраты) (19 500 – 13 315) = 6 185 руб. (прибыль)
ИТОГО	19 500 руб.

При производстве партии переводников 50 шт. за 10 дней прибыль будет 6 185 руб.

В месяц – 13 607 руб. (22 дня)

В год – 163 284 руб.

Расчёт экономической эффективности (Э) по предложениям проведём по формуле:

$$\text{Э} = \frac{P}{Z} \cdot 100 \%,$$

где P – прибыль, Z – затраты

Годовая экономическая эффективность:

$$\text{Э} = \frac{163\,284}{1\,987\,605,00} \cdot 100 \% = 8,2 \%$$

Эффективность нововведения составит 8,2% - по расчёту на 1 вид продукции. Предприятие производит более 1000 видов продукции.

Годовая экономическая эффективность (на 1 вид продукции):

$$\text{Э} = \frac{163\,284}{1\,987\,605,00} \cdot 100 \% = 8,2 \%$$

$1\,987\,605/163\,284=12,17$ срок окупаемости предложении 12 месяцев или один год.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка системы качества на промышленном предприятии // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 83-89.

2. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка паспорта процесса «Входной контроль качества оборудования» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 101-106.

3. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Входной контроль изделий // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 90-100.

4. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Рукомойников А.А. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 114-121.

5. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Галиахметов Р.Н. Контроль качества сварных швов и соединений // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 122-128.

6. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Нурутдинов А.А. Контроль качества продукции на производстве автопластика // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 134-138.

7. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 36-42.

8. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Анализ деятельности предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 43-48.

9. Габдрахманова Н.И., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Роль стандартизации в экономике // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 49-56.

10. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Методика оценки метрологического обеспечения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 57-65.

11. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Автоматизация измерительных процессов. методика расчёта эффективности // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 66-72.

12. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка методики оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО" // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 73-82.

13. Бакиров И.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Измерения микрометрами // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 30-35.

14. Янбаева А.Д., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Газоанализаторы // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 107-113.

© Гурьянов Н.А., Фазлутдинов М.К., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М., 2024

К.Ш. Хамитова,
студент 4 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа
Н.А. Гурьянов,
студент 2 курса института технологий и материалов УУНУТ, г. Уфа
А.В. Баннова,
канд. хим. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
bannovaanna@mail.ru;
Г.Р. Бакиева,
канд. экон. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа
bgr85@mail.ru

ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЗУБА ПО ПОСТОЯННОЙ ХОРДЕ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

Аннотация: средства измерений параметров ЭЗЗ поверяются, как правило, в соответствии с распространяющимися на них методиками поверки на основе локальных поверочных схем, не всегда обеспечивающих прослеживаемость передачи размера единицы длины от эталона рабочим средством измерения, причём их место в системе передачи единицы длины должным образом не регламентировано.

Ключевые слова: измерения, зубчатое колесо, радиальное биение, прослеживаемость.

Эффективное функционирование любого предприятия зависит от ряда взаимосвязанных процессов и во многом определяется системой менеджмента качества. Ранее в серии работ нами была дана оценка системы качества на промышленном предприятии [1], был разработан паспорт процесса «Входной контроль качества оборудования» [2], изучен входной контроль изделий [3], проведён анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов [4], изучен контроль качества сварных швов и соединений [5], проведён контроль качества продукции на производстве автопластика [6], проведена оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения [7], проанализирована деятельность предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей [8], дана оценка роли стандартизации в экономике [9]. Основной составляющей в СМК всех процессов является метрологическое обеспечение производственных процессов. Нами были разработаны методики оценки метрологического обеспечения [10], проведена автоматизация измерительных процессов и разработана методика расчета эффективности [11], также разработана методика оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО» [12], для этого проведены измерения микрометрами [13] и газоанализаторами [14].

Зубчатые колеса широко применяются в машиностроении и являются важными компонентами в различных отраслях. Спрос на зубчатые колеса и их производство постоянно растут из-за увеличивающейся конкуренции и повышенных требований к качеству и надежности на мировом рынке. В настоящее время миллионы различных зубчатых колес выпускаются по всему миру. Особое внимание уделяется качеству и надежности авиационных зубчатых колес, используемых в редукторах вертолетов современных моделей. Для улучшения результатов, стабильности и надежности вертолетов, таких как Ми-8/14/17/24/26 и другие, принадлежащие холдингу “Вертолеты России”, необходимо обеспечить долговечность редукторов вертолетов и применять современные технологии при изготовлении зубчатых колес.

Цилиндрические зубчатые колеса редукторов - наиболее распространенные и качественные элементы, используемые для передачи значительных мощностей при ограниченных габаритах и весе. При изготовлении цилиндрических зубчатых колес необходимо обеспечивать высокую точность зубчатого венца в соответствии с требованиями стандарта (5 – 4 – 4 согласно ГОСТ 1643-81 [1]), низкую шероховатость эвольвентных поверхностей зубьев $R_a < 0,16$ мкм), поверхностей зубьев, отсутствие термических дефектов и трещин, а также характеристики поверхностного слоя, обеспечивая износостойкость и долговечность шестерен. Вышеперечисленные условия являются важнейшими для обеспечения надежности полетов, надежной работы механизмов и передачи вращающего момента на лопасть вертолета.

А) Измерение штангенциркулем наружных диаметров d_a зубчатых колес, ширину колес и диаметром посадочных отверстий.

Получены данные:

Наружный диаметр $d_a = 80,01$ мм

Ширина венца $b = 30,04$ мм

Б) Подсчитано число зубьев $z = 15$

В) Подсчитан модуль m зубчатого колеса $m = \frac{d_a}{z+2}$ и округлен результат до целого:

$$\text{Модуль } m = \frac{80,01 \text{ мм}}{15+2} = 4,7064 \approx 5$$

Г) Рассчитано по формуле номинальных значений толщин зубьев по постоянной хорде S_c и высот зубьев до постоянной хорды h_c .

$$S_c = 1,387 * m = 6,935 \text{ мм}$$

$$h_c = 0,7476 * m = 3,738 \text{ мм}$$

Д) Замерено штангензубомером толщины зубьев по постоянной хорде $S_{C \text{ действ}}$ на пятнадцати находящихся вблизи зубьев колес.

$S_{C \text{ действ 1}}$	6,26 мм	$S_{C \text{ действ 9}}$	6,22 мм
$S_{C \text{ действ 2}}$	6,22 мм	$S_{C \text{ действ 10}}$	6,22 мм
$S_{C \text{ действ 3}}$	6,20 мм	$S_{C \text{ действ 11}}$	6,32 мм
$S_{C \text{ действ 4}}$	6,21 мм	$S_{C \text{ действ 12}}$	6,23 мм
$S_{C \text{ действ 5}}$	6,21 мм	$S_{C \text{ действ 13}}$	6,22 мм

$S_{C \text{ действ } 6}$	6,32 мм	$S_{C \text{ действ } 14}$	6,32 мм
$S_{C \text{ действ } 7}$	6,24 мм	$S_{C \text{ действ } 15}$	6,31 мм
$S_{C \text{ действ } 8}$	6,24 мм		

Е) Рассчитали доверительную границу погрешности:

$$S_{C \text{ max}} = 6,32 \text{ мм}; S_{C \text{ min}} = 6,20 \text{ мм}; S_{C \text{ ср}} = 6,25 \text{ мм}.$$

Доверительная граница систематической погрешности результата измерений при $P = 0,95$:

$$\Theta = 2,14 \cdot \sqrt{(6,32 - 6,20)^2 + (6,32 - 6,25)^2 + (6,25 - 6,20)^2} = 0,3158 \text{ мм}.$$

Вычислили СКО среднего арифметического значения $S_{\text{ср}}$:

$$S_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{1}{15 \cdot 14} \sum_{i=1}^n (6,26 - 6,25)^2 + (6,22 - 6,25)^2 + (6,20 - 6,25)^2 + (6,21 - 6,25)^2 + (6,21 - 6,25)^2 + (6,32 - 6,25)^2 + (6,24 - 6,25)^2 + (6,24 - 6,25)^2 + (6,22 - 6,25)^2 + (6,22 - 6,25)^2 + (6,32 - 6,25)^2 + (6,23 - 6,25)^2 + (6,22 - 6,25)^2 + (6,32 - 6,25)^2 + (6,31 - 6,25)^2} = 0,0115 \text{ мм}$$

$$\frac{\Theta}{S_{\text{ср}}} = \frac{0,3158}{0,0115} = 27,46$$

$27,46 > 8$, поэтому случайной составляющей погрешности пренебрегаем и за доверительную границу погрешности принимаем половину цены деления прибора:

$$S_{C \text{ действ}} = (6,25 \pm 0,01) \text{ мм}$$

Ж) Сведения о степени точности и конфигурации соединения зубчатого колеса использовались при расчете его характеристик по ГОСТ 1643-81 «Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски».

8 А

Радиальное биение зубчатого венца относительно оси вращения $F_r = 50 \text{ мкм}$;

Верхнее (наименьшее) разница в толщине зуба $E_{CS} = 160 \text{ мкм}$;

Допуск на толщину зуба по постоянной хорде $T_C = 140 \text{ мкм}$;

Нижнее (наибольшее) разница в толщине зуба $E_{CS} + T_C = 160 \text{ мкм} + 140 \text{ мкм} = 300 \text{ мкм}$.

Предельные значения толщины зуба по постоянной хорде :

$$S_{C \text{ MAX}} = S_C - E_{CS} = 6935 \text{ мкм} - 160 \text{ мкм} = 6775 \text{ мкм};$$

$$S_{C \text{ MIN}} = S_C - (E_{CS} + T_C) = 6935 \text{ мкм} - 300 \text{ мкм} = 6635 \text{ мкм};$$

Были проведены сравнения результатов измерения толщины зуба с установленными предельными значениями. $S_{C \text{ MAX}}$ и $S_{C \text{ MIN}}$.

При $S_{C \text{ MAX}} \geq S_{C \text{ действ}} \geq S_{C \text{ MIN}}$ зубчатое колесо обеспечивает требуемый боковой зазор в передаче, то оно пригодно для использования.

$$6775 \text{ мкм} \geq 6260 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм}$$

$$6775 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм}$$

$$6775 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм}$$

$$\begin{aligned}
&6775 \text{ мкм} \geq 6210 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6221 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6240 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6240 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6230 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм} \\
&6775 \text{ мкм} \geq 6310 \text{ мкм} \leq 6635 \text{ мкм}
\end{aligned}$$

Вывод: с учетом доверительной границы погрешности требуемый боковой зазор в передаче не обеспечен, зубчатое колесо негодно.

12 А

Радиальное биение зубчатого венца относительно оси вращения $F_r = 200$ мкм.

Верхнее (наименьшее) разница в толщине зуба $E_{CS} = 220$ мкм.

Допуск на толщину зуба по постоянной хорде $T_C = 400$ мкм.

Нижнее (наибольшее) разница в толщине зуба $E_{CS} + T_C = 220$ мкм + 400 мкм = 620 мкм.

Были рассчитаны максимальные значения толщины зуба на основе постоянной хорды с помощью соответствующих формул:

$$S_{C \text{ MAX}} = S_C - E_{CS} = 6935 \text{ мкм} - 220 \text{ мкм} = 6715 \text{ мкм};$$

$$S_{C \text{ MIN}} = S_C - (E_{CS} + T_C) = 6935 \text{ мкм} - 620 \text{ мкм} = 6315 \text{ мкм};$$

При $S_{C \text{ MAX}} \geq S_{C \text{ действ}} \geq S_{C \text{ MIN}}$ зубчатое колесо обеспечивает требуемый боковой зазор в передаче, то оно件годно для использования.

$$\begin{aligned}
&6715 \text{ мкм} \geq 6260 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&6715 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&6715 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&6715 \text{ мкм} \geq 6210 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&6715 \text{ мкм} \geq 6221 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&\mathbf{6715 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \geq 6315 \text{ мкм}} \\
&6715 \text{ мкм} \geq 6240 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&6715 \text{ мкм} \geq 6240 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&6715 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&6715 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&\mathbf{6715 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \geq 6315 \text{ мкм}} \\
&6715 \text{ мкм} \geq 6230 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&6715 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм} \\
&\mathbf{6715 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \geq 6315 \text{ мкм}} \\
&\mathbf{6715 \text{ мкм} \geq 6310 \text{ мкм} \leq 6315 \text{ мкм}}
\end{aligned}$$

Вывод: с учетом доверительной границы погрешности требуемый боковой зазор обеспечивается только для 4-х зубьев колеса, поэтому зубчатое колесо негодно.

5 Н

Радиальное биение зубчатого венца относительно оси вращения $F_r = 8$ мкм.

Верхнее (наименьшее) разница в толщине зуба $E_{CS} = 9$ мкм.

Допуск на толщину зуба по постоянной хорде $T_C = 30$ мкм.

Нижнее (наибольшее) разница в толщине зуба как $E_{CS} + T_C = 9$ мкм + 30 мкм = 39 мкм.

Предельные значения толщины зуба по постоянной хорде:

$$S_{C \text{ MAX}} = S_C - E_{CS} = 6935 \text{ мкм} - 9 \text{ мкм} = 6926 \text{ мкм};$$

$$S_{C \text{ MIN}} = S_C - (E_{CS} + T_C) = 6935 \text{ мкм} - 39 \text{ мкм} = 6896 \text{ мкм};$$

Было проведено сравнение полученных измерений толщины зуба с их максимально допустимыми значениями $S_{C \text{ MAX}}$ и $S_{C \text{ MIN}}$.

При $S_{C \text{ MAX}} \geq S_{C \text{ действ}} \geq S_{C \text{ MIN}}$ зубчатое колесо обеспечивает требуемый боковой зазор в передаче, то оно件годно для использования.

$$6926 \text{ мкм} \geq 6260 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6210 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6221 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6240 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6240 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6230 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

$$6926 \text{ мкм} \geq 6310 \text{ мкм} \leq 6896 \text{ мкм}$$

Вывод: с учетом доверительной границы погрешности требуемый боковой зазор в передаче не обеспечен, зубчатое колесо негодно.

6 Е

Радиальное биение зубчатого венца относительно оси вращения $F_r = 28$ мкм.

Верхнее (наименьшее) разница в толщине зуба $E_{CS} = 22$ мкм.

Допуск на толщину зуба по постоянной хорде $T_C = 40$ мкм.

Нижнее (наибольшее) разница в толщине зуба

$$E_{CS} + T_C = 22 \text{ мкм} + 40 \text{ мкм} = 62 \text{ мкм}.$$

Предельные значения толщины зуба по постоянной хорде:

$$S_{C \text{ MAX}} = S_C - E_{CS} = 6935 \text{ мкм} - 22 \text{ мкм} = 6913 \text{ мкм};$$

$$S_{C \text{ MIN}} = S_C - (E_{CS} + T_C) = 6935 \text{ мкм} - 62 \text{ мкм} = 6873 \text{ мкм};$$

Было проведено сравнение полученных измерений толщины зуба с их максимально допустимыми значениями $S_{C\ MAX}$ и $S_{C\ MIN}$.

При $S_{C\ MAX} \geq S_{C\ действ} \geq S_{C\ MIN}$ зубчатое колесо обеспечивает требуемый боковой зазор в передаче, то оно пригодно для использования.

$$\begin{aligned} 6913 \text{ мкм} &\geq 6260 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6210 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6221 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6320 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6240 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6240 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6320 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6230 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6320 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \\ 6913 \text{ мкм} &\geq 6310 \text{ мкм} \leq 6873 \text{ мкм} \end{aligned}$$

Вывод: с учетом доверительной границы погрешности требуемый боковой зазор в передаче не обеспечен, зубчатое колесо негодно.

7 D

Радиальное биение зубчатого венца относительно оси вращения $F_r = 40$ мкм.

Верхнее (наименьшее) разница в толщине зуба $E_{CS} = 35$ мкм.

Допуск на толщину зуба по постоянной хорде $T_C = 60$ мкм.

-Подсчитать Нижнее (наибольшее) разница в толщине зуба как

$$E_{CS} + T_C = 35 \text{ мкм} + 60 \text{ мкм} = 95 \text{ мкм} .$$

Подсчитали предельные значения толщины зуба по постоянной хорде по формулам :

$$S_{C\ MAX} = S_C - E_{CS} = 6935 \text{ мкм} - 35 \text{ мкм} = 6900 \text{ мкм} ;$$

$$S_{C\ MIN} = S_C - (E_{CS} + T_C) = 6935 \text{ мкм} - 95 \text{ мкм} = 6840 \text{ мкм} ;$$

Было проведено сравнение полученных измерений толщины зуба с их максимально допустимыми значениями $S_{C\ MAX}$ и $S_{C\ MIN}$.

При $S_{C\ MAX} \geq S_{C\ действ} \geq S_{C\ MIN}$ зубчатое колесо обеспечивает требуемый боковой зазор в передаче, то оно пригодно для использования.

$$\begin{aligned} 6900 \text{ мкм} &\geq 6260 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\ 6900 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\ 6900 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\ 6900 \text{ мкм} &\geq 6210 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\ 6900 \text{ мкм} &\geq 6221 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\ 6900 \text{ мкм} &\geq 6320 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\ 6900 \text{ мкм} &\geq 6240 \text{ мкм} \leq 640 \text{ мкм} \\ 6900 \text{ мкм} &\geq 6240 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
6900 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\
6900 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\
6900 \text{ мкм} &\geq 6320 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\
6900 \text{ мкм} &\geq 6230 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\
6900 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\
6900 \text{ мкм} &\geq 6320 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм} \\
6900 \text{ мкм} &\geq 6310 \text{ мкм} \leq 6840 \text{ мкм}
\end{aligned}$$

Вывод: с учетом доверительной границы погрешности требуемый боковой зазор в передаче не обеспечен, зубчатое колесо негодно.

9 С

Радиальное биение зубчатого венца относительно оси вращения

$$F_r = 80 \text{ мкм.}$$

Верхнее (наименьшее) отклонение толщины зуба $E_{CS} = 70 \text{ мкм.}$

Допуск на толщину зуба по постоянной хорде $T_C = 140 \text{ мкм.}$

Нижнее (наибольшее) отклонение толщины зуба:

$$E_{CS} + T_C = 70 \text{ мкм} + 140 \text{ мкм} = 210 \text{ мкм.}$$

Предельные значения толщины зуба по постоянной хорде:

$$S_{C \text{ MAX}} = S_C - E_{CS} = 6935 \text{ мкм} - 70 \text{ мкм} = 6865 \text{ мкм};$$

$$S_{C \text{ MIN}} = S_C - (E_{CS} + T_C) = 6935 \text{ мкм} - 140 \text{ мкм} = 6795 \text{ мкм.}$$

Было проведено сравнение полученных измерений толщины зуба с их максимально допустимыми значениями $S_{C \text{ MAX}}$ и $S_{C \text{ MIN}}$.

При $S_{C \text{ MAX}} \geq S_{C \text{ действ}} \geq S_{C \text{ MIN}}$ зубчатое колесо обеспечивает требуемый боковой зазор в передаче, то оно件годно для использования.

$$\begin{aligned}
6865 \text{ мкм} &\geq 6260 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6210 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6221 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6320 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6240 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6240 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6320 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6230 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6220 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6320 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм} \\
6865 \text{ мкм} &\geq 6310 \text{ мкм} \leq 6795 \text{ мкм}
\end{aligned}$$

Вывод: с учетом доверительной границы погрешности требуемый боковой зазор в передаче не обеспечен, зубчатое колесо негодно.

11 В

Радиальное биение зубчатого венца относительно оси вращения

$$F_r = 160 \text{ мкм.}$$

Верхнее (наименьшее) разница в толщине зуба $E_{CS} = 140 \text{ мкм.}$

Допуск на толщину зуба по постоянной хорде $T_C = 300$ мкм.

Нижнее (наибольшее) разница в толщине зуба:

$$E_{CS} + T_C = 140 \text{ мкм} + 300 \text{ мкм} = 440 \text{ мкм}.$$

Предельные значения толщины зуба по постоянной хорде:

$$S_{C \text{ MAX}} = S_C - E_{CS} = 6935 \text{ мкм} - 140 \text{ мкм} = 6795 \text{ мкм};$$

$$S_{C \text{ MIN}} = S_C - (E_{CS} + T_C) = 6935 \text{ мкм} - 440 \text{ мкм} = 6495 \text{ мкм};$$

Было проведено сравнение полученных измерений толщины зуба с их максимально допустимыми значениями $S_{C \text{ MAX}}$ и $S_{C \text{ MIN}}$.

При $S_{C \text{ MAX}} \geq S_{C \text{ действ}} \geq S_{C \text{ MIN}}$ зубчатое колесо обеспечивает требуемый боковой зазор в передаче, то оно пригодно для использования.

$$6795 \text{ мкм} \geq 6260 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6210 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6221 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6240 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6240 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6230 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

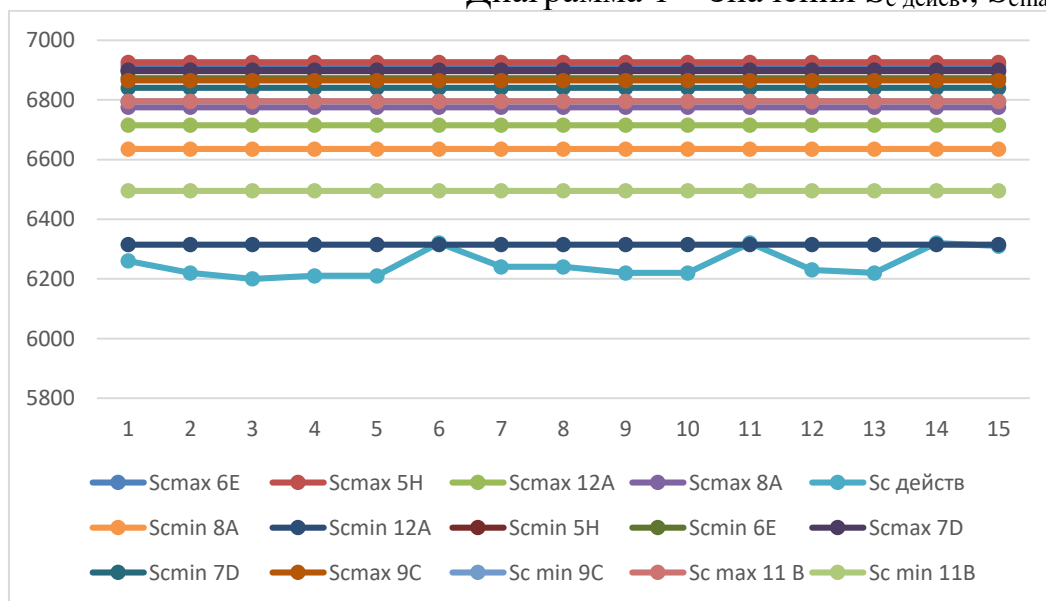
$$6795 \text{ мкм} \geq 6220 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6320 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

$$6795 \text{ мкм} \geq 6310 \text{ мкм} \leq 6495 \text{ мкм}$$

Вывод: с учетом доверительной границы погрешности требуемый боковой зазор в передаче не обеспечен, зубчатое колесо негодно.

Диаграмма 1 – Значения $S_{C \text{ действ.}}$, $S_{C \text{ max}}$ и $S_{C \text{ min}}$.



На диаграмме видны 3 точки пересечения $S_{\text{действ.}}$ и $S_{\text{с min}}$ только для 12А, что говорит о том, что в учебном колесе требуемый боковой зазор в передаче не обеспечен, зубчатое колесо негодно.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка системы качества на промышленном предприятии // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 83-89.

2. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка паспорта процесса «Входной контроль качества оборудования» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 101-106.

3. Сайпанова К.Э., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Входной контроль изделий // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 90-100.

4. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Рукомойников А.А. Анализ качества выпускаемых изделий из полимеров и композитов // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 114-121.

5. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Галиахметов Р.Н. Контроль качества сварных швов и соединений // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 122-128.

6. Хакимов Р.М., Баннова А.В., Нурутдинов А.А. Контроль качества продукции на производстве автопластика // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 134-138.

7. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Оценка стоимости разработки и внедрения мобильного приложения // сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 36-42.

8. Басырова Р.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Анализ деятельности предприятия ИП «Кофе у камина» с точки зрения удовлетворённости потребителей // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 43-48.

9. Габдрахманова Н.И., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Роль стандартизации в экономике // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 49-56.

10. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Методика оценки метрологического обеспечения // В сборнике: Актуальные

вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 57-65.

11. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Автоматизация измерительных процессов. методика расчёта эффективности // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 66-72.

12. Кадырбердина Ю.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Разработка методики оценки метрологического обеспечения и предложений по улучшению качества метрологического обеспечения на АО «УАПО» // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 73-82.

13. Бакиров И.Р., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Измерения микрометрами // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 30-35.

14. Янбаева А.Д., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., Хакимов Р.М. Газоанализаторы // В сборнике: Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2023. С. 107-113.

© Хамитова К.Ш., Гурьянов Н.А., Баннова А.В., Бакиева Г.Р., 2024

УДК 53.087.35

И.И. Миназов

*маг. 2 г. об. ФТИ УУНУТ, г. Уфа
ilnuruunit@gmail.com*

ПРОТОТИП ШАГАЮЩЕГО МАРСОХОДА НА БАЗЕ AVR

Главной задачей работы была разработка прототипа шагающего марсохода на базе AVR. Ученые при непосредственном исследовании поверхности Марса в большинстве случаев используют привычные нам колёсные аппараты, основанные на подвеске rocker-bogie, которую разработала NASA ещё в 1988 году.

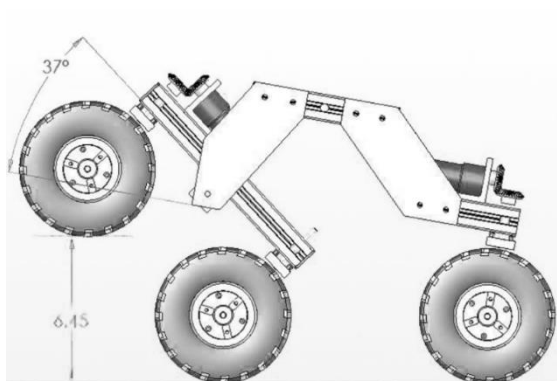


Рисунок 1 - Подвеска rocker-bogie.

Однако, несмотря даже на все преимущества такой подвески, трудности в эксплуатации аппарата всё равно возникают. В том числе из-за недостатков колёсного механизма, одним из которых является отсутствие возможности поворота средних колёс, что исключая движение вбок, сильно снижает мобильность аппарата. Также аппарат рискует оказаться в критической ситуации, как это было с ровером Opportunity сразу после посадки на дно кратера Игл. Проблема заключалась в том, что марсоход не мог выехать по направлению на угол наибольшего подъёма (до 17°). В результате чего выехать удалось только “косогором”.

Эту проблему решает подвеска шагохода. Благодаря тому, что контакт с поверхностью происходит не за счёт колёс, а за счёт острых клиньев, аппарат не подвергается буксировке.

Корпус для робота был спроектирован в программе FreeCAD. После чего был распечатан на 3D-принтере. В качестве электронной начинки для прототипа выступили модули Arduino. Программное обеспечение было написано на объектно-ориентированном языке программирования C++.

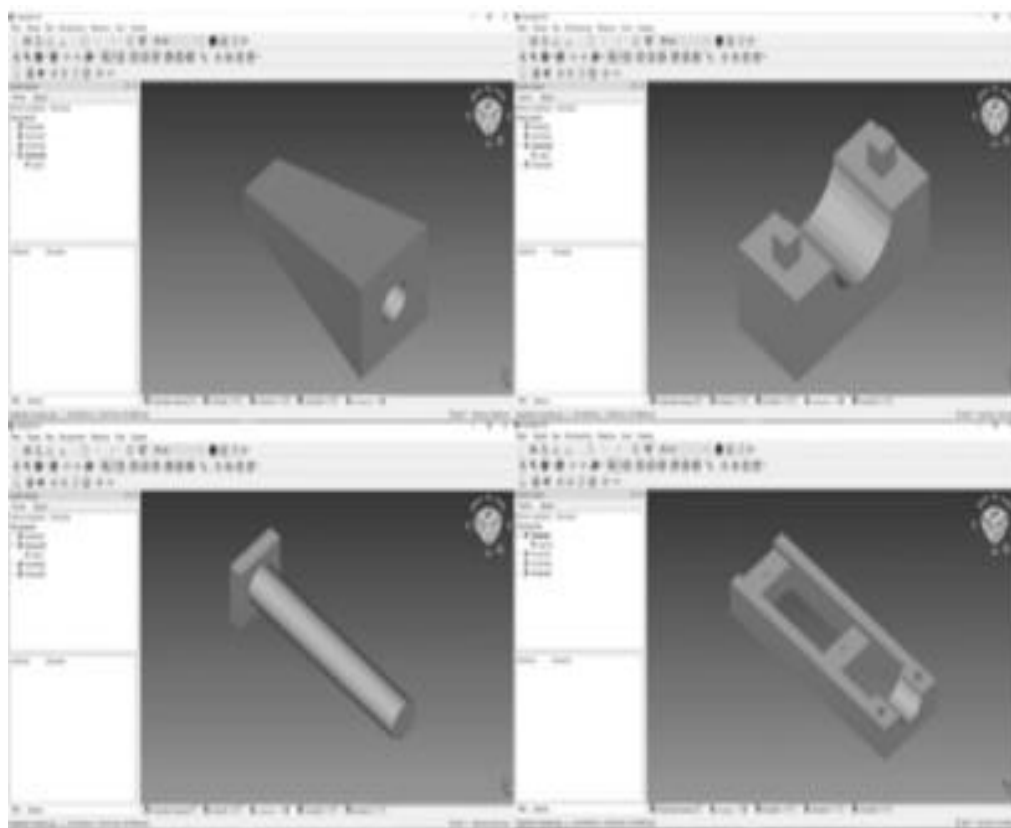


Рисунок 2 - Модели лап в программе FreeCAD.

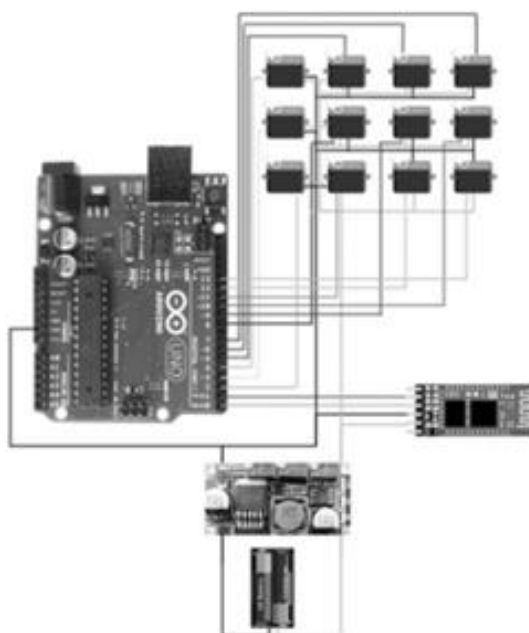


Рисунок 3 - Схема устройства.

Ключевым и важнейшим элементом прототипа является плата Arduino UNO. К ней через цифровые порты подключается 12 сервоприводов. По три на каждую “лапу”. Первые два обеспечивают двухосевое движение “плеч” а третий играет роль сгибаемого коленного сустава, позволяя совершать шаги. Также на “предплечья” были установлены амортизирующие пружины. Питание идёт от батареек, однако между ними и платой необходимым элементом является понижающий DC-DC преобразователь. Управление роботом осуществляется через Bluetooth связь. Для её обеспечения нужен Bluetooth-модуль. Он подключается на сигнальные RX-TX пины.

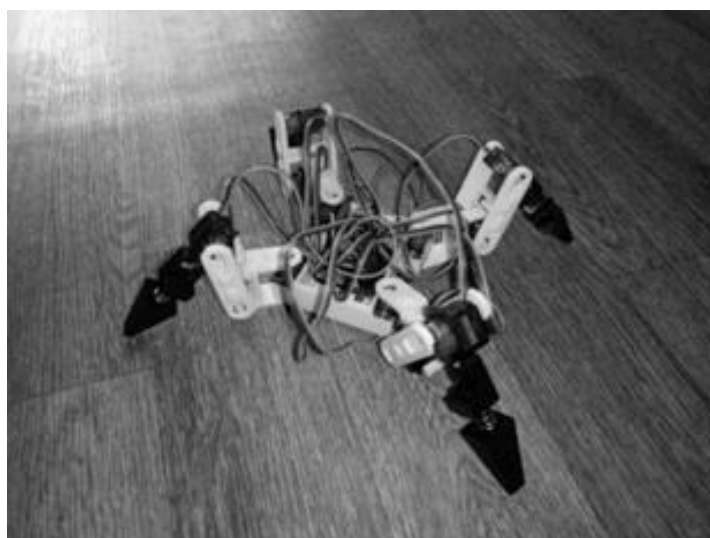


Рисунок 4 - Готовый прототип.

Данный прототип в силу своей конструкции способен справляться с различными препятствиями, с которыми не справился бы привычный ровер на rocker-bogie подвеске. В том числе имеет способность взбираться на относительно крутые склоны (более 17°). Управление прототипом осуществляется за счёт Bluetooth связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кёниг Эндрю, Му Барбара, Эффективное программирование на C++. Серия C++ In-Depth, т. 2.: пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2002. – 384 стр.
2. Бондаренко Д.Н., Встраиваемые микроконтроллеры AVR-8. Санкт-Петербург, 2014. – 193 стр.
3. Дэвид М., Харрис и Сара М. Харрис, Цифровая схемотехника и архитектура компьютера – Уолтем: Morgan Kaufmann, 2013. – 1621 стр.
4. [DIY] Spider Robot / URL: <https://www.instructables.com/DIY-Spider-RobotQuad-robot-Quadruped/>

© Миназов И.И., 2024

СЕКЦИЯ 5. РАЗВИТИЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ В ДОБЫЧЕ, ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ И ГАЗА

УДК 547-3

Р.Р. Авдюкова

магистрант первого курса специальности «ТМО» гр. 101 МОЗ ИТМ УУНУТ

Р.Ф. Кабиров

магистрант первого курса специальности «ТМО» гр. 101М ИТМ УУНУТ

Р.Р. Гайнутдинова

студентка гр. БТП 20-01 УГНТУ

А.И. Гарина

студентка гр. БТП 20-01 УГНТУ

А.Т. Гильмутдинов

Научный руководитель: д.т.н., профессор УГНТУ

И.П. Юминов

Зав. каф. «ТМО» УУНУТ

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ПРИСАДКА К МОТОРНЫМ ТОПЛИВАМ

Прогресс моторостроения, появление все более теплонапряженных двигателей ужесточают условия применения в них топлив и масел. Дальнейший рост потребления нефтепродуктов приводит к необходимости использовать для их производства нефти различных месторождений, продукты вторичных процессов переработки нефти и т.д.[1] Новые проблемы химмотологии вызывают к жизни новые, более совершенные технологические процессы. В применения поступают топлива со специфическими эксплуатационными свойствами, еще не полностью выявлены практикой. Все это выдвигает дополнительные задачи и в области разработки и использования присадок к топливам. Это является важным направлением, как с точки зрения экологических аспектов, так и с целью повышения эффективности использования моторных топлив.

Использование присадок позволяет исправить эксплуатационные свойства, ухудшающиеся при очистке (противоизносные свойства, химическая стабильность). Необходимо улучшать и противокоррозионные свойства этих топлив добавлением специальных защитных присадок.

Обычно противокоррозионные присадки представляют собой поверхностно-активные вещества, механизм действия которых заключается в образовании на поверхности металла пленки, создающей преграду для воды, сернистых соединений, органических кислот и щелочи. По механизму действия органических ингибиторов происходят основные явления, такие как: физическая адсорбция ингибиторов на металле, образование защитной пленки коллоидно-дисперсного ингибитора, образование поверхностных химических соединений.

В лабораторных условиях были проведены исследования смеси полиэтиленполиамина (ПЭПА) и смеси жирных кислот с С7-С8 в соотношении 1:1 в качестве противокоррозионных и противоизносных (смазывающих) присадок к моторным топливам. Опыты проводились по методике ГОСТ 6321-99.

В качестве моторного топлива были использованы прямогонная бензиновая фракция н.к – 180°С и дизельная фракция (180-360°С) установки АВТ-6 «Башнефть» УНПЗ.

Результаты испытаний приведены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 – Результаты испытания на медных и стальных пластинах

Концентрация в %, масс.	Классификация и степень коррозии	Коррозия, г/м ²	Внешний вид пластин
Медные пластины			
Бензин			
–	3а Сильное потускнение	5,0	Пурпурно-красный, нанесенный на пластинку латунно-желтого цвета
0,05	3б Сильное потускнение	3,2	Многоцветный с красным или зеленым оттенком (переливчатый), но не серый
0,1	1б Незначительное потускнение	1,2	Темно-оранжевый
0,2	1а Незначительное потускнение	0,2	Почти такого же цвета, что и свежее отшлифованная пластинка
Стальные пластины			
–	–	3,0	На пластинках пятна
0,05	–	1,8	На пластинках пятна
0,1	–	0,7	На пластинках пятна
0,2	–	0,1	Пластины практически чистые

Таблица 2 – Результаты испытания на медных и стальных пластинках

Концентрация в %, масс.	Классификация и степень коррозии	Коррозия, г/м ²	Внешний вид пластин
Медные пластины			
Дизельное топливо			
–		6,2	
0,05	Потускнение	4,8	
0,1		2,8	
0,2	1а Незначительное потускнение	0,5	
Стальные пластины			
–	–	3,8	
0,05	–	2,9	
0,1	–	1,6	
0,2	–	0,2	

Как видно из таблицы, смесь жирных кислот и ПЭПА проявляют антикоррозийные свойства, что позволит увеличить выпуск высококачественных моторных топлив.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ахметов, С.А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых: учебное пособие/ С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.А. Кауфман; под ред. С.А. Ахметова. – Спб.: Недра, 2009. – 832 с. (С. 31-32).

© Авдюкова Р.Р., Кабиров Р.Ф., Гайнутдинова Р.Р., Гарина А.И.,
Гильмутдинов А.Т., Юминов И.П., 2024

УДК 622.276.05

И.Р. Бакиров

*студент 4 курса УУНУТ, г. Уфа
Iskanderbakirovr03@gmail.com*

О.М. Судакова

*ст. преподаватель УУНУТ, г. Уфа
gold-gragon@inbox.ru*

ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ ПРИРОДНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Для эффективной и безопасной добычи нефти и газа используется специальное оборудование: насосы (поднимают нефть на поверхность), буровое оборудование (прокладывает скважины для добычи), компрессоры (сжимают газ для транспортировки по газопроводам на большие расстояния), установки по очистке и переработке газа, измерительные приборы.

Для повышения добычи природных ископаемых применяют и инновационные технологии. Одним из примеров такой инновационной технологии является технология UniQ, которая была разработана для улучшения процессов добычи нефти и газа. Она представляет собой инновационный подход к повышению эффективности и оптимизации производственных процессов в нефтегазовой отрасли. Технология включает в себя:

1. использование передовых технологий аналитики данных для сбора, анализа и интерпретации информации о производственных процессах. Это позволяет операторам принимать более обоснованные решения на основе точных данных.

2. оптимизация производственных процессов. Технология UniQ помогает оптимизировать процессы добычи нефти и газа, улучшая эффективность и снижая затраты. Она позволяет автоматизировать и управлять производственными операциями более эффективно.

3. прогнозирование и предсказание. UniQ использует алгоритмы машинного обучения для прогнозирования будущих событий и состояний системы добычи.

Это помогает предотвращать возможные проблемы и улучшать планирование производственных операций.

4. Управление рисками и безопасностью. Технология UniQ помогает выявлять потенциальные угрозы заранее и принимать меры по их предотвращению.

5. Экологическая устойчивость. UniQ уделяет внимание вопросам экологической устойчивости производственных операций, помогая сократить негативное воздействие на окружающую среду.

UniQ представляет собой аппаратно-программный комплекс геофизического оборудования, предназначенный для эффективной разведки запасов нефтегазовых месторождений с высоким разрешением. Особенность UniQ является способность получать около 200 000 каналов сейсмических данных в режиме реального времени при любой плотности или требуемом изменении шага сейсмической разведки на суше. Такая система в значительной степени гарантирует эффективное устранение помех при обработке данных. Сигналы регистрируются точечными приемниками, которые записывают на отдельные трассы сейсмограммы, после чего подвергаются цифровой обработке. После завершения обработки полевых данных отношение сигнал/шум значительно увеличивается, а разрешение изображения улучшается.

Таким образом, полевые данные, полученные с помощью системы UniQ позволяют получать изображения с непревзойденным уровнем качества снимков, которые позволяют решать задачи сейсмической разведки в неблагоприятных природных условиях, сильного шума и в районах со сложной геологической обстановкой. Передовые инструменты и методология, с помощью которых регистрируются и обрабатываются наземные сейсмические сигналы и шумы, значительно повышают эффективность по сравнению со стандартными сейморазведочными системами [1].

UniQ получила от WesternGeco уникальную технологию сбора и обработки сейсмических данных, позволяющих значительно повышать разрешающую способность, точность и полноту данных полученных в ходе сейсмической разведки, для проектов определения характеристик месторождения/коллектора и оценка данных о насыщенности флюидом и эффективность последующих буровых работ на данном месторождении.

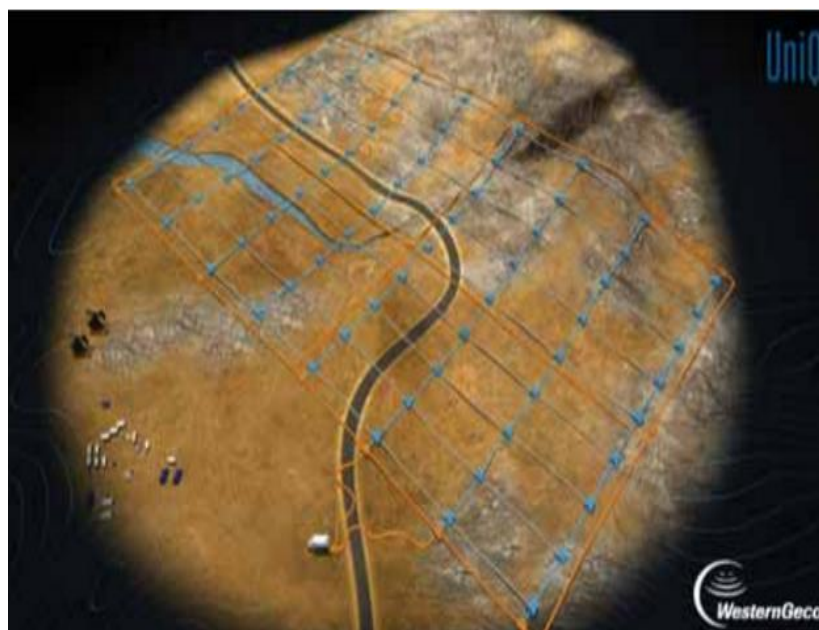


Рисунок 1 - Разведка месторождений технологией UniQ

Зарубежные нефтегазовые компании активно используют технологию UniQ в тех местах куда сложно и трудно добраться обычной нефтегазовой техники и где традиционные способы сейсмической разведки оказались неэффективными. После внедрения SaudiAramco данной технологии в Саудовской Аравии, компания почти полностью завершила свои проекты по сейсмической разведки нефтяных месторождений. Опыт использования данной технологии позволил бригадам сейсмической разведки применять по всему миру от Аляски до Австралии. Применения UniQ в Кувейте позволило получать данные сейсмической разведки, охват которых превышает нескольких тысяч километров, что является половиной территории самого Кувейта.

Первой компанией подписавшей договор на уникальные права использования технологии UniQ в России стали ЗАО «ГЕОТЕК Холдинг» и ОАО «ГАЗПРОМ НЕФТЬ». Их договор предусматривает проведение сейсмической разведки в Восточной Сибири в течение трех полевых сезонов. Всего высокоразрешающей сейсморазведкой будут охвачены 1 125 км² лицензионного участка. Объектом разведки является Вакунайский участок в Иркутской области. Проведение разведки на данном участке позволит получить большой объем сейсморазведочных данных повышенной информативности. Полученные данные высокой разрешенности позволят провести анализ которой даст возможность решения тонких геологических задач и возможности улучшения добычи нефти на данном месторождении [2].



Рисунок 2 - Установка WesternGeco на месторождении

Таким образом, разработка и внедрения новых технологий и приборов нефтегазовой отрасли позволяет улучшить многие показатели, как добыча ресурсов так и анализ местности месторождения. Актуальность таких разработок связана с высокой стоимостью нефти и газа в мире, что позволяет быстро окупать разработку оборудования и технологии в нефтегазовой отрасли.

ЛИТЕРАТУРА:

1) Уникальная технология высокоплотной сейсмике UniQ (<https://gseis.ru/press-centre/news/item/536-zao-geotek-kholding-i-oao-gazprom-neft-podpisali-dogovor-na-geologorazvedku-vakunayskogo-litsenzionnogo-uchastka-po-unikalnoy-tekhnologii-vysokoplotnoy-seysmiki-uniq.html>)

2) UniQ technology – improved efficiency for land seismic acquisition (<https://gseis.ru/en/press-centre/media-publications/item/543-uniq-technology-improved-efficiency-for-land-seismic-acquisition.html>)

© Бакиров И.Р., Судакова О.М., 2024

СЕКЦИЯ 6. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ

УДК 53.06

Р.З. Шайхитдинов

plasma@bsunet.ru

д-р физ.-мат. наук, профессор УУНУТ, г. Уфа

И.П. Юминов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

А.А. Харунов

студент УУНУТ, г. Уфа

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ УДАРНЫХ ВОЛН НА СТЕПЕНЬ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Известно, что в настоящее время при разработке нефтяных месторождений для увеличения нефтеотдачи пластов широко применяют химические и физико-химические технологии с использованием поверхностно-активных веществ, что приводит к формированию мелкодисперсных устойчивых эмульсий, осложняющих процессы подготовки нефти к транспортировке и переработке. Такие эмульсии, загрязненные механическими примесями, при отделении воды от нефти на установках подготовки нефти концентрируются в промежуточных слоях, трудно поддаются расслоению и выводятся в специальные амбары-накопители. Эти нефтешламовые амбары, в огромных количествах накопленные в районах нефтедобычи, трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов, а также предприятий нефтепереработки и нефтехимии, представляют серьёзную экологическую проблему, для решения которой необходимо обеспечение эффективной и экономичной обработки нефтешламов, утилизации нефтешламовых амбаров.

Эмульсия является устойчивой системой с точки зрения самораспада или разрушения под действием слабых внешних факторов, например, гравитационного поля или нагрева. К причинам, обуславливающим устойчивость нефтяных эмульсий, относятся [1]: образование адсорбционно-сольватного слоя природных эмульгаторов на межфазной границе глобул, обладающего структурно-механической прочностью; образование двойного электрического слоя на поверхности раздела фаз в присутствии ионизированных электролитов; термодинамические процессы, протекающие на поверхности глобул дисперсной фазы; расклинивающее давление, возникающее при сближении глобул дисперсной фазы, окруженных адсорбционно-сольватными

слоями. Отметим, что определяющими являются первые два из перечисленных факторов.

Очевидно, что применение только одного из известных в настоящее время методов по отдельности не устраняет оба главных фактора. Действительно, например, нагрев может снизить структурно-механический барьер, практически не влияя на электрический слой, поскольку тепловая энергия даже при температурах в сотни градусов по Цельсию намного ниже потенциального барьера, обусловленного электрическим полем слоя. Это приводит к необходимости применения комбинированного метода воздействия на эмульсии (например, [2]). Однако и в этом случае, когда оба слоя устранены, проблема сохраняется. Дело в том, что для слияния капелек с последующей коалесценцией, необходимо их сблизить. Практически во всех работах, посвященных исследованию процесса расслоения, берется модель, в которой 2 капельки приближается друг к другу. Однако при рассмотрении всего объема, в котором капельки распределены равномерно, ситуация со столкновением глобул усложняется. Действительно, если одна капелька приближается к другой, то она отдаляется от третьей, находящейся вдоль одной прямой с противоположной стороны. Потом по мере укрупнения глобул воды расстояние между ними увеличивается. Поэтому в этом случае чрезвычайно важным становится обеспечение движения соседних капелек с относительно сильно различающимися скоростями по отношению друг к другу.

В данной работе приводятся результаты исследований влияния электрогидравлического эффекта (ЭГЭ) на процесс расслоения водонефтяных эмульсий.

ЭГЭ наблюдается при высоковольтном импульсном электрическом разряде между электродами, помещенными в жидкость, и заключается в том, что мгновенное выделение энергии в канале разряда приводит к возникновению ударной волны, электромагнитных и ультразвуковых колебаний, кавитации, а также интенсивных потоков жидкости.

При выборе ЭГЭ в качестве эффективного фактора деэмульсации мы исходили из следующих соображений: вследствие ЭГЭ возникающие ударные волны (рис.1) разрушают структурно-механический барьер, а электромагнитное излучение дестабилизирует двойной электрический слой на границе двух фаз. В электрическом поле высокой напряженности происходит поляризация двойных электрических слоев, и вследствие взаимного притяжения прилегающих соседних слоев они разрушаются, что облегчает слияние капель воды.

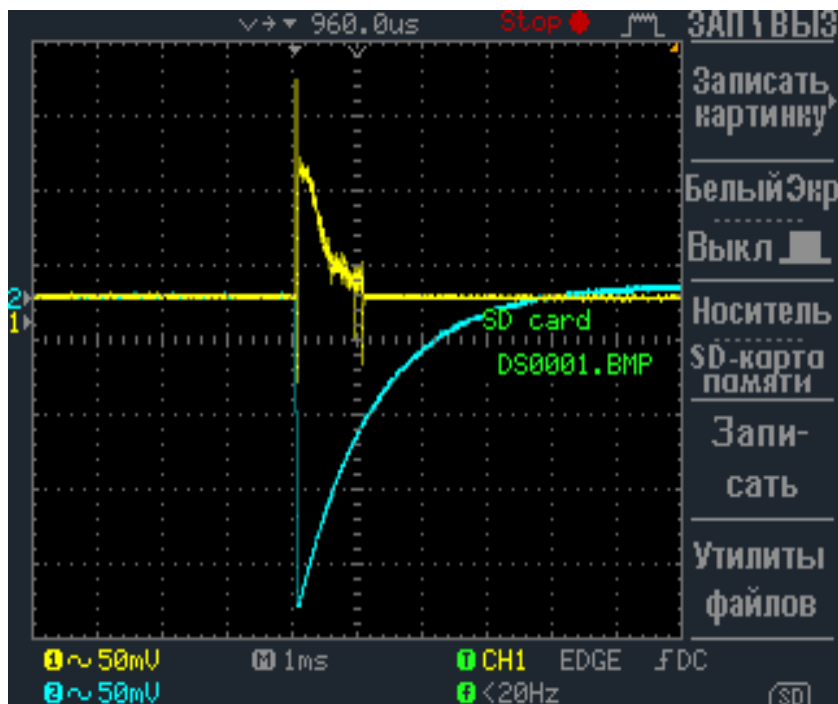


Рисунок 1 - Осциллограмма разрядного тока (верхняя кривая) и давления (нижняя).

Кроме того, распространяющаяся в объеме жидкости ударная волна способствует эффективному столкновению глобул друг с другом. Как видно из рис.1, за волной сжатия жидкости следует фронт разрежения. Возникающие вследствие этого колебания капелек воды в направлении, нормальном к этому фронту, также повышает их столкновения.

Для получения разрядного тока использовался генератор высоковольтных импульсов регулируемой длительности и частоты их повторения. Приготовленная эмульсия с определенным объемным соотношением вода-нефть заливалась в рабочую емкость из оргстекла объемом 500 мл. На электроды, установленные в этой емкости, подводились импульсы высокого напряжения. После обработки определялись временные зависимости степени деэмульсации

$W = \frac{V_1}{V_0} \times 100\%$, где V_0 – первоначально перемешанный с нефтью объем воды,

V_1 – объем воды за время t при различных напряжениях между электродами.

На рис.2 приведены полученные таким образом зависимости степени деэмульсации W от времени после обработки образца пятью импульсами для содержанием воды 20% (образец 1) и 40% (образец 2).

+

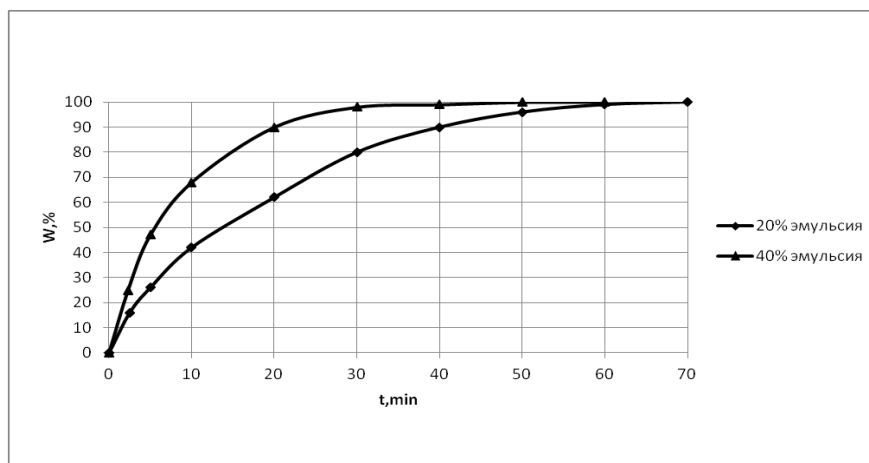


Рисунок 2 - Динамика степени деэмульсации после электрогидравлической обработки: напряжение $U=3,5$ кВ, количество импульсов – 5.

Как видно, в процессе отстаивания образец 1 полностью расслаивается в течение 40 мин, в то время как второй – в течение 60 мин. Этот интересный результат мы объясняем следующим образом. При большем количестве содержания воды расстояние между капельками меньше по сравнению с образцами с низким содержанием. Поэтому воздействие ударных волн в первом случае приближают глобулы воды с большей вероятностью до расстояний их слияния. По мере их укрупнения они под действием гравитационных сил оседают, вследствие чего их концентрация в нижней части емкости возрастает. Этот процесс необратимо ускоряется, что приводит к полному расслоению водонефтяной эмульсии.

В работе также исследовалась зависимость степени деэмульсации от приложенного напряжения. Как видно из рис.3, имеется оптимальное значение напряжения, соответствующее примерно 3,5 кВ, при котором W имеет максимальное значение.

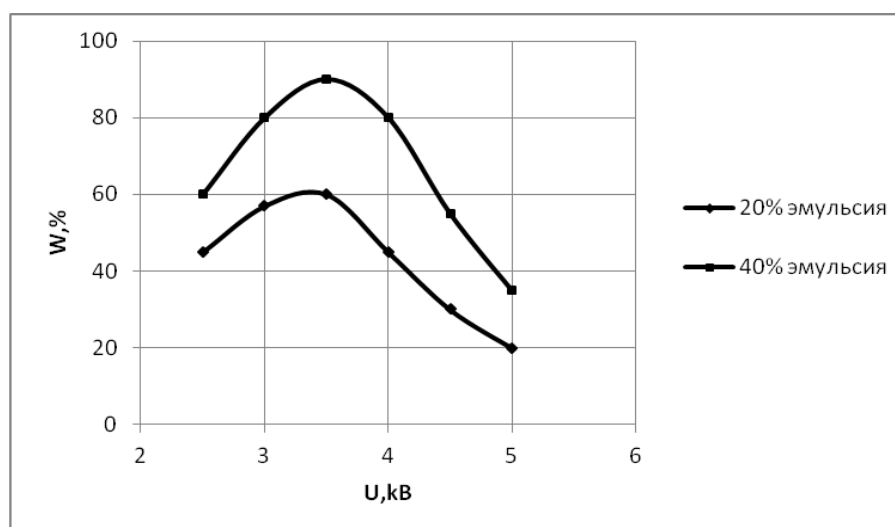


Рисунок 3 - Зависимость степени деэмульсации от приложенного напряжения по истечению 20 мин после обработки.

Это объясняется тем, что с увеличением напряжения из-за высоких давлений ударных волн начинает преобладать дробление глобул воды, вследствие чего их слияние затрудняется.

Таким образом, существуют оптимальные параметры (время обработки, начальное содержание воды в эмульсии, напряжение импульсов), учет которых для конкретного случая позволяет эффективное разделение водонефтяной эмульсии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мановян А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. М.: Химия, 2001. – 658 с.
2. Лутошин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды. М.: Недра, 1983. – 224 с.
3. Способ и устройство для обезвоживания нефти: патент № 2458726 / Шайхитдинов Р.З., Имашев Н.Ш., Ильгамов М.А., Мустафин А.Г., Мустафин И.Г., Максutow А.Д., опубликован 20.05.2012.

© Шайхитдинов Р.З., Юминов И.П., Харунов А.А., 2024

УДК 53.06

ДЕСТРУКЦИЯ ФЕНОЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДАРНЫХ ВОЛН

Р.З. Шайхитдинов

plasma@bsunet.ru

д-р физ.-мат. наук, профессор УУНУТ, г. Уфа

И.П. Юминов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

Р.А. Якшибаев

д-р физ.-мат. наук, профессор УУНУТ, г. Уфа

К.О. Идрисов

аспирант УУНУТ, г. Уфа

Известно, что фенол и его производные, обладая высокой токсичностью, способностью накапливаться в окружающей среде и стойкостью, по уровню загрязнения гидросферы занимает третье место после нефтепродуктов и тяжелых металлов [1]. Предельно допустимая концентрация фенола в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения составляет 0.001 мг/л [2].

Для удаления фенола из сточных вод (СВ) применяют различные методы очистки, которые условно можно разделить на две группы: регенеративные и деструктивные. Первая группа методов, к которым

относятся экстракция, перегонка, ректификация, адсорбция, ионообменная очистка, обратный осмос, биологическая очистка, не всегда может быть применена в силу экономической нецелесообразности извлечения примесей из сточных вод из-за их малого содержания [3]. Поэтому на практике широко применяются методы окислительной деструкции органических соединений в водной среде под действием озона, кислорода и пероксида водорода [4]. Однако в свободном режиме при простом механическом перемешивании процессы окисления (деструкции) загрязнителей происходит медленно (до 20 ч) и неполностью (до 50%) [5]. Поэтому в настоящее время проводятся активные исследования интенсификации окислительных процессов путем внешнего воздействия; причем, в качестве исследуемого загрязнителя, как правило, выбирается фенол, являющийся наиболее трудноокисляемым из-за циклической структуры. Впервые интенсификации удалось добиться применением ультрафиолетового излучения в присутствии комбинации окислителей в работе [4], автором которой введен термин АОМс (Advanced Oxidation Methods). Под действием УФ-излучения H_2O_2 , имеющий относительно небольшую окислительную способность, распадается с образованием активных гидроксильных радикалов [5]. В [6] получены некоторые экспериментальные результаты по окислению фенола с использованием ультрафиолетового излучения. Установлено, что степень деструкции достигает 99%; определено, что степень окислительной деструкции зависит от исходной концентрации фенола в системе и от времени обработки. С тех пор разработан широкий спектр усовершенствованных окислительных методов под действием физических факторов, в которых в качестве окислительных агентов используются: реакция Фентона, электрохимическое окисление и др. [7].

Проведенный анализ литературы показывает, что не все из перечисленных методов позволяют производить очистку (СВ) от различных загрязнителей до уровня ПДК и ниже. Второй, наиболее важный недостаток этих методов – сложность применения этих способов в технологических процессах очистки. Например, ультрафиолетовое облучение и плазменное воздействие активно воздействуют лишь тонкий слой поверхности (до 0,5 мм), вследствие чего производительность установки очистки низкая. Распыление СВ экономически нецелесообразно и обеспечивает неравномерную обработку жидкости. Предложенный в [6] метод предусматривает охлаждение корпуса реактора и нагрев раствора с перемешиванием его электромеханической мешалкой, что не обеспечивает достаточной объемной равномерности обработки и требует дополнительных энергетических затрат. Поэтому актуальной остается проблема разработки новых и усовершенствования существующих методов глубокой очистки СВ, на решение которой направлены исследования в данной работе. Доведение метода очистки до промышленного внедрения требует его технологичности, одной из важных

факторов которой является энерго- и ресурсосбережение. Исходя из этого нами разработана и запатентована [7] разновидность АОМs технологии и установка в комбинации воздействия ударных волн, возникающих в высоковольтном импульсном разряде в жидких средах, на СВ в присутствии пероксида водорода.

Целью данной работы является исследование влияния ударных волн, возникающих в высоковольтном импульсном разряде в жидких средах, на скорость окислительных процессов фенола и его соединений в присутствии пероксида водорода. Принцип работы установки заключается в деструкции фенола на нейтральные компоненты (углекислый газ, вода и углерод) под действием ударных волн, возникающих при высоковольтном импульсном напряжении, в присутствии окислителя [7]. Она состоит из генератора импульсов, реактора и блока регулируемой подачи сточных вод и окислителя в необходимых соотношениях.

Технические характеристики:

- Напряжение питания 220 В.
- Потребляемая мощность не более 3 кВт.
- Удельное энергопотребление не более 3 кВт ч/м³.
- Производительность опытной установки с одним реактором до 0,7 м³/час.

Отметим, что производительность одного реактора можно увеличить (более чем на 2 порядка) применением современных электронных компонентов, а производительность установки в целом – параллельным подключением нескольких реакторов. Реактор можно установить в линию очистки, не нарушая действующий технологический процесс.

Проводилось тестирование на реальных промышленных стоках, результаты которого показали достижение степени очистки до 99,99%. Например, при исходной концентрации фенола 400 мг/дм³ (средняя концентрация фенола в СВ) его содержание в среднем уменьшается до 0,02 мг/дм³. Поскольку наш метод позволяет разрушить фенол, представленный стойким ароматическим кольцом, то другие соединения разрушаются относительно легко. Так, результаты анализов после обработки реальных стоков показали уменьшение содержания цианидов (более чем 1500 раз), а также смолистых веществ, аммиака и ионов аммония.

Данная технология может использоваться для утилизации сточных вод на предприятиях нефте-, коксохимических отраслей, нефтепереработки, деревообработки.

Также эту технологию можно адаптировать для рекультивации загрязненных почв и грунтов на территории бывшего "Уфахимпром". Для ее практической реализации нами предусмотрены несколько вариантов. В результате внедрения данной технологии ожидается восстановление загрязненных земель с возвратом их в пользование с показателями, отвечающими требованиям по приемке очищенных земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хенце М. Очистка сточных вод. – М: Мир, 2004. – 471 с.
2. Предельные допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны– М.: Минздрав России, 2003. – 220 с.
3. Хенце М. Очистка сточных вод. – М: Мир, 2004. – 471 с.
4. Кофман, В.Я. Новые окислительные технологии очистки воды и сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 10. С. 68-78.
5. Иванцова Н.А., Петрищева М.С. Окислительная деструкция фенола при совместном воздействии озона и пероксида водорода // Вода: химия и экология. 2013. № 10. С. 90-95.
6. Poyatos J.M. Advanced oxidation processes for wastewater treatment: state of the art / J.M. Poyatos, M.M. Munio, M.C. Almecija, J.C. Torres, E. Hontoria, F. Osorio // Water Air Soil Poll. 2010. № 205. P. 187-204.
7. Шайхитдинов Р.З и др. Устройство и способ очистки сточных вод от фенола. Патент на изобретение RU 2712565 С1, 2020.

© Шайхитдинов Р.З., Юминов И.П., Якшибаев Р.А., Идрисов К.О., 2024

УДК 538.9

А.М. Семенов

студент УУНУТ, г. Уфа

alesha.semen.max@yandex.ru

А.А. Харунов

студент УУНУТ, г. Уфа

Р.З. Шайхитдинов

д-р физ.-мат. наук, профессор УУНУТ, г. Уфа

Р.Р. Шахмаев

аспирант УУНУТ, г. Уфа

О ВОЗМОЖНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ПРИ ПОМОЩИ СЕЛЕКТИВНОЙ ДЕЗИНФЕКЦИИ

В настоящее время интенсивно ведутся работы по совершенствованию существующих и поиску новых технологий обеззараживания промышленных сточных вод и растворов, в которых содержатся патогенные микроорганизмы. По нашему мнению, одним из методов очистки этих растворов может служить метод их обработки при пропускании жидкостей через водный мостик (ВМ). Это обосновано тем, что, как показывают результаты экспериментов ряда авторов, в том числе и наших, падение напряжения между электродами, в основном, приходится на ВМ; при этом напряженность электрического поля может

достигать до 10^7 В/м. Движущиеся в этих больших полях высокоскоростные ионы могут служить обеззараживающим агентом.

Водный мостик возникает между двумя сосудами с деионизованной низкомолекулярной полярной жидкостью (дистиллированная вода, глицерин, этанол), когда к сосудам подается постоянное высокое напряжение между электродами (15 кВ) [1]. Между сосудами возникает жидкий мостик, сохраняющий устойчивость при разнесении сосудов на расстояние до 25 мм. Диаметр мостика - порядка 1-3 мм. Мостик остаётся стабильным до 45 минут, при этом температура поднимается до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ при срыве устойчивости. Поток в ВМ представлен вращающейся внешней оболочкой с тангенциальной скоростью до 0,3 м/с и аксиальным потоком со скоростью $\pm 0,2$ м/с. Основное направление общего потока $A \rightarrow K$. Существуют оптические неоднородности, осциллирующие с частотой до 3 кГц. [2]. В работе [3] показано, что подбором диаметров электродов цилиндрической формы можно управлять направлением потока жидкости через мостик.

Носителями тока (зарядов) в водной среде являются ионы гидроксония H_3O^+ и гидроксила OH^- , образованные диссоциацией воды по схеме $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ с переходом протона от одной молекулы к другой. Образовавшиеся ионы через сети водородных связей непрерывно и пространственно-хаотически обмениваются протонами с окружающими молекулами воды. В присутствии электрического поля упорядоченное расположение дипольных молекул воды обеспечивает направленное движение протонов к катоду. При этом согласно реакции $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{O}^+$ протон по цепочке передается от образовавшегося ассоциата H_3O^+ преимущественно в направлении силовых линий электрического поля.

Такое последовательное перемещение протонов вдоль цепочек водородных связей происходит по механизму Гротгуса (эстафетный или прыжковый механизм), которым объясняется аномально большие подвижности ионов H^+ (H_3O^+) и OH^- [4]. Протоны при этом могут переноситься между катионами гидроксония H_3O^+ , анионами гидроксида OH^- и молекулами воды. Таким образом, в водной среде транспорт положительного заряда (протона) осуществляется в составе ассоциата H_3O^+ (экипажный механизм) и непосредственно протонным туннелированием (эстафетный механизм) по направлению силовых линий электрического поля. Аномально высокая подвижность гидроксильных ионов также объясняется эстафетным переходом протонов. Аналогичные рассуждения относительно переноса отрицательных зарядов приводят к тому, что переход протонов происходит от молекул воды к ионам гидроксила в вдоль силовых линий электрического поля к отрицательному электроду, а объемный перенос ионов OH^- - к положительному электроду

Для стерилизации обычно применяются импульсные поля разряды и связанные с ними химические реакции за счет инжектированных электронов. В жидком мостике нет разрядов, поле постоянное, и электрический ток обусловлен протонами. Так, проведенные в работах [1, 5] исследования показали, что ВМ

представляет собой протонный полупроводник, где протоны являются основным носителем заряда.

Отметим, что в ряде работ были проведены исследования по воздействию электрических полей на живые клетки: электрофорез и диэлектрофорез для манипулирования или сортировки клеток. Поэтому мы предполагаем, что из-за электрических полей высокой напряженности проходящие в потоке жидкости через ВМ патогенные организмы могут погибать. Кроме того, как известно, в анолите и католите происходит значительное изменение водородного показателя рН. Поскольку их свойства как «живая» (католит) и «мертвая» вода (анолит) используют, например, для лечения и профилактики ряда заболеваний, ухода за сельскохозяйственными культурами, дезинфекции, то это обстоятельство также может находить практическое применение для обеззараживания различных растворов.

Исходя из этого целью данной работы является исследование распределения электрического поля в анолите, католите и в самом ВМ, которое проводилось на установке, приведенной в [3]. Напряженность электрического поля находилась методом измерения потенциала зонда относительно анода, который соединялся через микроамперметр и включенного последовательно к нему балластного сопротивления в 100 Мом. После измерения распределения потенциала V находилась напряженность электрического поля: $E=dV(x)/dx$. Результаты измерений приводятся на рисунке 1.

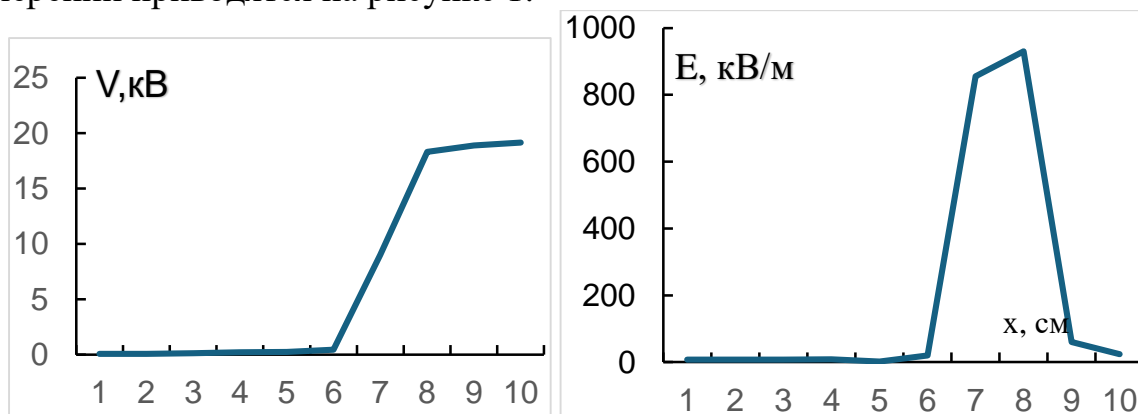


Рисунок 1 – Результаты измерения

Зондовые измерения проводились вдоль прямой, соединяющей анод с катодом и проходящей через ВМ. Начало координат соответствует положению анода.

Как видно, основное падения напряжения приходится на концы ВМ, т.е. вдоль него создается большая напряженность электрического поля. Поэтому при прохождении, например, микроорганизмов через ВМ они испытывают угнетающее действие вплоть до их гибели. Кроме того, водная среда может быть гипотонической, в которой осмотическое давление меньше осмотического давления внутри клетки. В такой среде вода поступает через мембрану внутрь клетки, и она в такой среде раздувается и может лопнуть.

Таким образом, дальнейшие исследования электродинамических параметров ВМ дают возможность дезинфекции различных растворов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fuchs E.C. and et. The floating water bridge // J. Phys. D Appl. Phys. 2007. 40. P. 6112.
2. Woisetschläger and et. Experiments in a floating water bridge // Exp. Fluids, 2009. 48-1. P. 121.
3. Шайхитдинов Р.З., Шарипов Т.И. Динамика массопереноса жидкости в водном мостике // ПЖТФ, 2022. Т. 48. № 11. С. 37.
4. Marx D. Proton transfer 200 years after von Grotthuss: Insights from ab initio simulations. // Chem.Phys. Chem. 2007. V.8. N.2. P.209-210.
5. Astrid H. Behavioral study of selected microorganisms in an aqueous electrohydrodynamic liquid bridge // Biochemistry and Biophysics Reports, 2017. 10. P. 287.

© Семенов А.М., Харунов А.А., Шайхитдинов Р.З, Шахмаев Р.Р., 2024

УДК 332.1

Р.Р. Шахмаев

*аспирант 3 к. ФТИ УУНУТ, г. Уфа
arteban2014@gmail.com*

Р.З. Шайхитдинов

*д-р физ.-мат. наук, профессор ФТИ УУНУТ, г. Уфа
plasma@bsunet.ru*

И.П. Юминов

канд. техн. наук, доцент УУНУТ, г. Уфа

ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВОДЯНОГО МОСТИКА И ДИНАМИКА ЕГО ТЕЧЕНИЯ

Водный мостик (ВМ) возникает при подаче постоянного высокого напряжения (10-15 кВ) на электроды, помещенные в два стеклянных сосуда, наполненных диэлектрической жидкостью [1-2].

Одним из интересных свойств ВМ является транспортировка жидкости через мостик; причем, как установлено экспериментально [3], если наружный слой жидкости, вращаясь тангенциально, поступательно движется от анода (А) к катоду (К), то приосевая часть цилиндрического мостика движется линейно в противоположном направлении. Суммарный их поток определяет общее направление жидкости, которое периодически (примерно за 5-20 мин) реверсирует. Также установлено, что после формирования ВМ первоначально общий поток жидкости через мостик направлен преимущественно от анода к катоду.

В случае несимметричной системы электродов активным является электрод меньшего диаметра, поскольку у его поверхности напряженность электрического поля больше. Вследствие этого сразу после формирования ВМ

поток жидкости направлен к электроду большего диаметра независимо от полярности напряжения между электродами.

Начальные эксперименты (рис. 1), проводимые нами показывают, что можно регулировать направлением потока жидкости через ВМ подбором диаметров цилиндрических электродов. При этом было получено, что независимо от полярности электродов первоначальный поток всегда направлен от электрода с меньшим диаметром к электроду большего диаметра [5].

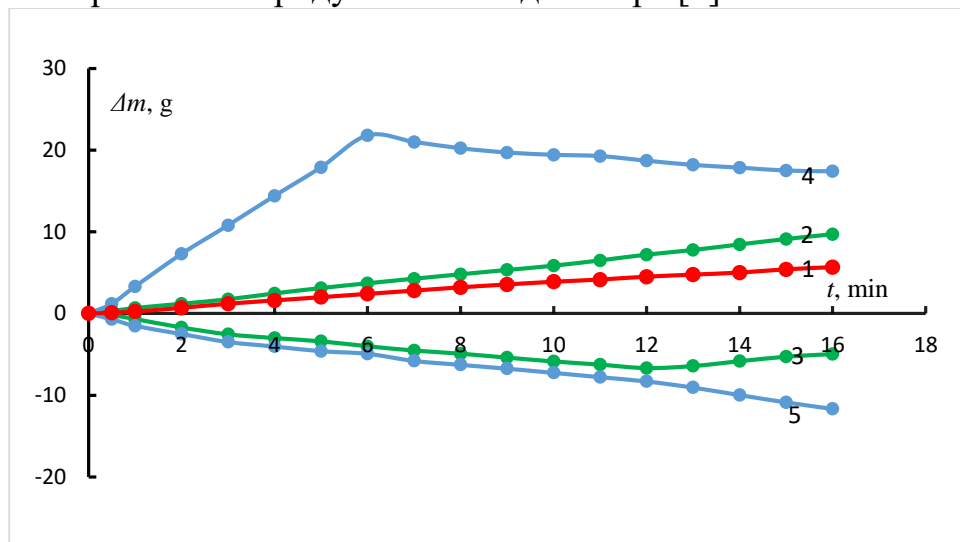


Рисунок 1. Зависимость изменения массы воды от времени в чашке с катодом при разных диаметрах электродов, полученные нами, тт: 1 - $d_a=d_c=1.8$; 2 - $d_a=1.4$ и $d_c=1.8$; 3 - $d_a=1.8$ и $d_c=1.4$; 4 - $d_a=1.8$ и $d_c=6$; 5 - $d_a=6$ и $d_c=1.8$

Как видно, в рассматриваемом временном интервале наблюдаются области монотонного (кривые 1, 2, 5) и немонотонного (кривые 4, 5) изменений массообмена между чашками. Если при одинаковых диаметрах электродов (симметричная система) поток воды через ВМ направлен в сторону катода (кривая 1), то для несимметричной системы электродов в начальном временном интервале (примерно до 6 min для кривой 4 и 12 min – для кривой 3) жидкость течет от электрода с меньшим диаметром к электроду с большим диаметром (кривые 2-5) независимо от их полярности.

Далее, по мере необходимости, нами были проведены дополнительные эксперименты и опыты. На рис.2 приводятся зависимости скорости увлекаемых ионами молекул жидкости в зависимости от расстояния от иона, движущегося под действием электрического поля для различных скоростей u_0 . Проведенные с учетом плотности тока и напряженности электрического поля расчеты показывают, что среднее расстояние между ионами в ВМ $l_i = n^{-1/3} \sim 3 \cdot 10^{-7}$ м [7-9].

Обратим внимание, что скорость увлекаемых молекул от одного иона до соседнего уменьшается незначительно (максимум на 5%). Этим утверждается, что «матрица» ионов практически полностью увлекает находящиеся между ними молекулы воды, т.е. можно утверждать о «вмороженности» ионов в жидкость.

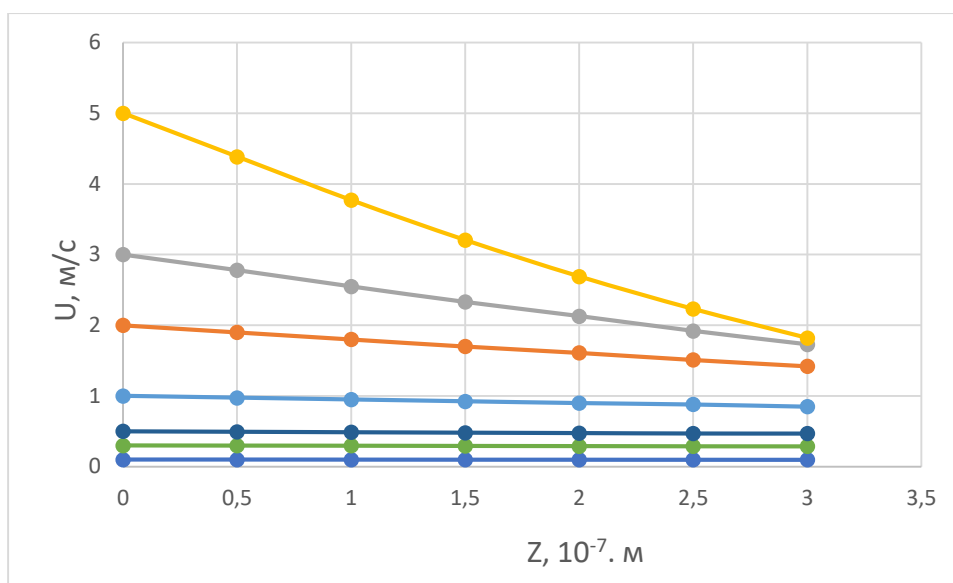


Рисунок 2. Зависимость скорости молекул воды от расстояния от дрейфующего иона.

Таким образом, наблюдаемое реверсирование потока жидкости через ВМ обусловлено периодическим образованием объемного заряда в катодной емкости с последующим его переносом через ВМ в анодную емкость и его экранировкой пространственным перераспределением зарядов.

Конфликт интересов: авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Woissetschläger, J., Gatterer, K., Fuchs, E.C. *Exp. Fluids*, 48, 121 (2009). DOI: 10.1007/s00348-009-0718-2.

2. Fuchs, E.C. *Experiments in a floating water bridge*, 2009.

3. Шайхитдинов, Р.З., Шахмаев, Р.Р. Электрогидродинамические процессы в жидких диэлектриках. В книге: *Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании: спутник Международной научной конференции "Уфимская осенняя математическая школа-2021"*. Тезисы докладов XII Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию профессора БашГУ Фарзтдинова Миркашира Минигалиевича. Отв. редактор Л.А. Габдрахманова. Уфа, 2021. С. 77-79.

4. Шахмаев, Р.Р., Шайхитдинов, Р.З. Электрогидродинамические процессы в водном мостике. В книге: *Двадцать шестая Всероссийская научная конференция студентов-физиков и молодых ученых. Материалы конференции. 2022.* С. 114-115.

5. Шайхитдинов, Р.З., Шахмаев, Р.Р. Инверсия направления жидкости в водном мостике. В сборнике: *Актуальные вопросы аппаратостроения. Материалы всероссийской научно-практической конференции.* Уфа, 2022. С. 64-68.

6. Шахмаев, Р.Р., Шайхитдинов, Р.З. Электрогидродинамические явления в водном мостике. В сборнике: *VIII Всероссийская научно-практическая*

конференция с международным участием «Современные технологии композиционных материалов». Уфа, 13 – 14 апреля 2023 г.

7. Шахмаев, Р.Р., Шайхитдинов Р.З. Водной мостик и эгд процессы, протекающие в нём. В сборнике: IX Межрегиональная школа-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Теоретические и экспериментальные исследования нелинейных процессов в конденсированных средах». Уфа, 26-27 апреля 2023 г.

8. Шахмаев Р.Р., Шайхитдинов Р.З. Динамике массопереноса жидкости в водном мостике. В сборнике: XIV Международной школы-конференции «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И ЕЁ ПРИЛОЖЕНИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ»: спутник Международной научной конференции «Уфимская осенняя математическая школа-2023», посвящённой 75-летию юбилею профессоров Я.Т. Султанаева и М.Х. Харрасова. Уфа, 8–11 октября 2023 г.

9. Шахмаев Р.Р., Шайхитдинов Р.З. Исследование возникновения водяного мостика. В сборнике: X Межрегиональная школа-конференция молодых ученых-физиков «Теоретические и экспериментальные исследования нелинейных процессов в конденсированных средах» г. Уфа, 25 – 26 апреля 2024 г.

© Шахмаев Р.Р., Шайхитдинов Р.З., 2024

УДК 532

Галиахметов Р.Н.

д-р техн. наук, профессор кафедры ПИАНО ИТМ

Юминов И.П.

канд. техн. наук, доцент кафедры ПИАНО ИТМ

bgu_tmo@mail.ru

КАВИТАЦИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЭФФЕКТА ЮТКИНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ НЕФТЕХИМИИ

Влияние на различные технологические процессы электрогидравлического удара связано с возникновением импульсной ударной волны. При этом многие эффекты можно объяснить процессами кавитации, возникающих в результате схлопывания пузырьков, находящиеся в жидкости. В последние годы множество научно-исследовательских работ, проводимых бакалаврами, магистрами и аспирантами кафедры ПиАНО связано именно с эффектом Юткина. Если раньше этот эффект использовался в основном для дробления материалов, т.е. эффект от возникающей ударной волны, то позже начали применять для решения различных технологических задач. Таких как, например, очистка стоков, разделения нефтяных эмульсий, и даже для проведения более сложных химических и физико-химических процессов. Эти результаты связаны прежде

всего с кавитационными явлениями, возникающих при электрогидравлическом ударе. Эффект от ударной волны определяется не только количеством таких пузырьков в жидкости, но их размерами. Большое значение для получения наилучших результатов при применении электрогидравлического удара в технологических операциях имеет умение правильно рассчитать энергетику процесса кавитации. В некоторых случаях необходимо создание таких условий, чтоб процесс осуществлялся в более мягких условиях (например, разделение нефтяных эмульсий), в некоторых, энергетически более жестких условиях (например, изомеризация, деструкция углеводородов или обессеривание, направленных на улучшение качества нефтепродуктов). Определение энергетических параметров процессов кавитации сложно, но, в некотором приближении, возможно. Такая оценка приводится в монографии, посвященной кавитации [1].

Построение простейшей модели развития отклонений от сферической формы при схлопывании полости в жидкости под действием давления позволяет получить простые приближенные зависимости отклонений от сферичности как от времени, так и от текущего радиуса полости. В постановке Рэлея задачи об одноразовом схлопывании полости в жидкости сферическая форма является неустойчивой. Бурное развитие отклонений от сферичности в ходе сжатия начинается, когда размер полости становится равным $1/10 \div 1/20$ части начального размера. Определение развития отклонений от сферичности без учета противодействия в полости, вязкости и сжимаемости жидкости дает оценку неустойчивости сверху. Она может быть использована для анализа дробления газовых и паровых полостей, сопоставления времени отхода от поверхности полости волны давления со временем существенного искажения сферической формы. Если волна в полости формируется раньше начала бурного возрастания искажения ее формы, то при достаточно малом начальном отклонении от сферичности происходит сферическая фокусировка ударной волны в центре. Это даст наивысший эффект. В случае, когда начальное давление в полости равно равновесному в жидкости, могут быть как неустойчивые (начальный внешний перепад давления $>10^2$), так и устойчивые (начальный внешний перепад <10) режимы схлопывания. Для увеличения эффектов от использования электрогидравлического удара необходимо учитывать все это.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смородов Е.А., Галиахметов Р.Н., Ильгамов М.А. Физика и химия кавитации. – М.: Наука, 2008. – 228 с.

© Галиахметов Р.Н., Юминов И.П., 2024

При подготовке электронного издания использовались следующие программные средства:

- Adobe Acrobat – текстовый редактор;
- Microsoft Word – текстовый редактор.

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АППАРАТОСТРОЕНИЯ

*Материалы
научно-практической конференции
(г. Уфа, 16 – 17 мая 2024 г.)*

Электронное издание сетевого доступа

*За достоверность информации, изложенной в статьях,
ответственность несут авторы.*

Статьи публикуются в авторской редакции

Подписано к использованию 28.10.2024 г.
Гарнитура «Times New Roman». Объем 8,58 Мб.
Заказ 151.

*ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
450008, Башкортостан, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 12.*

Тел.: +7-908-35-05-007
e-mail: ric-bdu@yandex.ru