

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

15.04.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки)

Эксплуатация транспортных средств

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Разработка технологического процесса очистки сточных вод

на автомойке

Студент

Н.Ю. Кутепов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

руководитель

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Содержание

Введение	4
1 Состояние вопроса.....	7
1.1 Очистка автомобилей и их составных частей	8
1.2 Классификация способов и методов очистки.....	12
1.3 Контроль качества уборочно-моечных работ	14
1.4 Способы экономии воды при уборочно-моечных работах.....	16
1.5 Исторический обзор и классификация моющих средств.....	18
1.6 Классификация современных моющих средств.....	20
2 Системы оборотного водоснабжения и очистки сточных вод при уборочно- моечных работах	22
3 Особенности доочистки сточных вод фильтрованием	27
3.1 Выбор технологии очистки в зависимости от состава сточных вод.....	27
3.2 Фильтры и технологии фильтрования сточных вод.....	30
3.3 Материалы для загрузки фильтров.....	35
4 Технологическая планировка поста мойки с системой бессточного водоснабжения	39
4.1 Предлагаемая схема регенерации стоков с поста мойки на автотранспортном предприятии	39
4.2 Организация моечно-очистных работ.....	41
4.3 Устройство и принцип работы очистных сооружений	45
4.4 Перспективная установка регенерации воды для высоконапорных аппаратов.....	45
4.5 Технологический процесс очистки сточных вод	46
5 Разработка ресурсосберегающей технологии регенерации, удаления и утилизации стоков с постов мойки	50
5.1 Проектирование технологических процессов очистки сточных вод.....	52
5.2 Схема технологического процесса регенерации отходов очистки	52
5.3 Схема технологического процесса удаления и утилизации отходов	

очистки	54
6 Технико-экономическая целесообразность очистки сточных вод на посту мойки многократного использования.....	57
Заключение	68
Список используемой литературы и используемых источников.....	70

Введение

Число автомобилей на территории Российской Федерации увеличивается с каждым годом. Автовладельцы приобретают не только автомобили отечественного производства, но также автомобили иностранных производителей.

По данным на конец 2019 года в Российской Федерации число легковых автомобилей составляет 61 миллионов единиц. Статистика продаж показывает прирост числа проданных автомобилей на 1.3 % по сравнению с 2018 годом.

Если, такой темп роста продаж автомобилей сохранится, то уже к 2020 году количество проданных автомобилей на территории Российской Федерации может увеличиться еще на 0,5 %, что составит 1,7 млн. шт.

Но для достижения таких показателей необходимо знать общую ситуацию макроэкономики страны.

Факторы, которые могут замедлить рост продаж в 2020 г.:

- введение санкций в сторону Российской Федерации
- стабильность мировой экономики
- уменьшение поддержки автомобильной промышленности со

стороны государства.

Стремительный темп роста количества автомобилей в стране способствует появлению проблем, одной из которых является проблема рационального использования водных ресурсов на автопредприятиях.

При заборе воды из подземных источников или открытых водоемов, хозяйственно-питьевая вода на водопроводных станциях должна пройти дорогостоящую обработку.

Для мойки автомобиля должно быть использован самый рациональный расход воды. Стоит исключить использование воды без необходимости и добавить вариант повторного использования использованной воды.

В настоящее время актуальным является вопрос об очистке сточных вод после мойки автомобиля. Стоит учитывать, что при мойке автомобиля, в сточные воды могут попасть: химические реагенты, бензин, нефтепродукты, мазут и масло и т. д.

При попадании моющих средств и нефтепродуктов в воду, на ней образуется пленка, препятствующая кислороду проникать в воду, тем самым такая вода, попадая в почву и водоемы наносит существенный вред, как обитателям водоемов, так и окружающей среде.

Задачи и цель исследования.

Целью научной работы является поиск оптимального технического процесса по очистке сточных вод с автомойки для получения максимально лучших показателей по степени очистки отработанной воды.

Данная работа включает в себя обзор существующих технических процессов очистки сточных вод в главе, с обзором литературы, описывается характеристика исследуемого объекта и методы, проводится поиск оптимального технического процесса очистки сточных вод в расчетно-аналитической части, так же в разделе финансовый менеджмент была произведена оценка экономической эффективности выбранного решения и социальная ответственность со стороны предприятия.

Для достижения поставленной цели будет необходимо:

- провести анализ сферы мойки автомобилей, а также отдельных узлов и агрегатов
- составить технологический алгоритм очистки сточной воды и выполнить экологический и экономический анализ.

Научная новизна работы заключается в выполнении экономического и экологического обоснования на моечном предприятии.

Научная диссертация магистра состоит из 72 страниц пояснительной записки и включает в себя: введение, шесть глав, заключение, список используемых источников, а также 15 таблиц, 13 рисунков и 37 источников.

1 Состояние вопроса

В современном мире остро стоит проблема экологической безопасности нашей планеты. Большой процент опасности представляет загрязнение водных источников. Если вовремя не предпринять меры, то последствия для всего человечества могут быть катастрофическими. С развитием прогресса возрастает количество потребностей человека, удовлетворить которые, можно лишь только увеличивая и расширяя промышленное производство. Отходы от промышленного производства являются основополагающим фактором вреда окружающей среде. Загрязнение промышленными отходами происходит как из-за полного отсутствия очистных систем предприятий, так и от состояния действующих систем, которые не функционируют должным образом [6].

Основным источником патогенных загрязнений является сточная канализационная воды. Болезнь человека от попадания зараженных вод в организм может проходить бессимптомно. Зараженная воды может попасть в организм через пищу, питьевую воду или в местах купания в зараженной воде. Иногда бактерии в организм могут попасть от морских обитателей по пищевой цепочке.

Вне хозяина патогенный организм живет в среднем около суток. Начнется ли болезнь зависит от количества бактерий, попавших в организм. Чем плотнее и густонаселеннее город, тем больше вероятность заражения.

Погибают существа, которые без кислорода не могут существовать.

В сточной воде органические составляющие потребляются микроорганизмами, которые используют растворенный в воде кислород для дыхания. Бактерии способны к анаэробному дыханию и кислород для них не так важен. Существа, не получающие достаточное количество кислорода, погибают [20].

1.1 Очистка автомобилей и их составных частей

В соответствии с принципами многостадийной очистки моечно-очистные работы можно наиболее полно проводить на специализированных предприятиях.

Процесс очистки включает в себя 7 стадий.

Стадия номер 1 заключается в мойке кузова автомобиля, и слива технических жидкостей агрегатов автомобиля при помощи установок ОМ-8036М или ОМ-1438А. Для мойки используется чистая вода с небольшим процентным содержанием Лабомид-10, который используется как моющее средство. При наружной мойке могут быть использованы установки погружного типа [29].

Стадия номер 2 происходит с применением моечные установок ОМ-1366Г или ОМ-837Г, где происходит очистка внутренностей агрегатов. На данном этапе происходит максимальное загрязнение мощей жидкости.

Стадия номер 3 выполняется при помощи машин ОМ-9313 или ОМ-4267 камерного проходного типа, где происходит очистка сборочных единиц и деталей. Для очистки используются моющие средства типа МС и Лабомид.

Четвертая стадия заключается в очистке трудноудаляемых загрязнений таких как: продукты коррозии, нагар, накипь. Очистка производится на различных моечных установках исходя из степени и типа загрязнения.

Очистка пятой стадии выполняется на моечных машинах погружного или струйного вида. С деталей производится удаление технологических загрязнений таких как: абразив, стружка и тд [30].

Шестую стадию струйной или погружной мойки проводят непосредственно перед сборкой на соответствующих постах.

Для придания товарного вида отремонтированного агрегата на седьмой стадии происходит обезжиривание поверхностей деталей перед покраской.

Согласно принятой схеме транспортного предприятия, рабочие места по выполнению моечных и очистных операций должны комплектоваться

соответствующим оборудованием. Для рационального выбора следует основываться на факторы такие как: тип производства, тип загрязнений, габариты и масса очищаемых объектов, экологическая безопасность.

Вид загрязнений можно разделить на эксплуатационные, появление которых связано с эксплуатацией автомобиля, и образующиеся в процессе ремонта автомобиля – технологические (рисунок 1).

Загрязнения оказывают отрицательное влияние на эксплуатационные характеристики и для повышения качества ремонта и обслуживания необходимо регулярно очищать автомобиль.

Следует очищать не только наружные части автомобиля, но и внутренние, для достижения максимальной эффективности и комфорта при обслуживании автомобиля.

Чистый кузов, узлы и агрегаты являются ключевым фактором беспроблемной эксплуатации и долговечности автомобиля, так как любые загрязнения, влияющие на автомобиль в разы, снижает срок службы, а иногда и вовсе приводит к значительным поломкам автомобиля.

В таблицах 1 и 2 представлены классификации и характеристики видов загрязнений автомобиля, а также химические элементы на кузове и агрегатах автомобилей.



Рисунок 1 – Классификация загрязнений автомобиля

Очищаемые объекты можно охарактеризовать по следующим параметрам:

- массой и габаритными размерами;
- коэффициентом рельефности;
- тип, вид и количество загрязнений на автомобиле;
- температурный режим очистки;
- тип и свойства материала объекта очистки [3].

Таблица 1 – Классификации и характеристики видов загрязнений автомобиля

Характеристика загрязнения	Производственные и дорожные отложения, отложения в процессе						
	Пылегрязевые	Остатки перевозимых грузов	Остатки трансмиссионных масел и смазочных материалов	Остатки масел двигателей	Остатки пластичных смазочных материалов	Остатки консервационных смазочных материалов	Маслогрязевые
Группа	1	2	3	4	5	6	7
Площадь загрязнений, %: – двигателей; – автомобилей.	5-10 5-12	– До 15	– 10-25	12-24 10-	– 6-10	– До 6	75-80 55-60
Поверхностная плотность, кг/м ²	1400-2400	1200-2400	900-950	900-950	–	–	1100-1800
Масса загрязнений на, кг: – двигателях; – Толщина слоя, мм	0,2-1,0 0,5-10	– 4-50 До 60	– 0,1-10	до 3 0,5-10	– 0,1-12	До 1 0,1-2,0	1,5-2,5 0,5-15
Адгезия загрязнения к поверхностям	0,05-0,2	0,5-20	0,1-1,0	0,5-3	–	–	0,1-1,5
Состав, %	Минеральные частицы размером: 0,002-0,0011 мм – 1,0-2,0; 0,01-0,05 мм – 25-30; 0,02-0,25 мм – 50-60; 0,25-12 мм – 10-12	Цемент, асфальт, бетон	–	Масла: 50-80; Вода: 5-35; Топливо: 1-7; Окси-кислоты: 2-15; осфальтены: 0,1-1,5; Карбены и карбонды: 2-10; Механические примеси: до 15	–	–	Органические вещества – 45-50, минеральные вещества: 40-45, вода: 5-10, Оксикислоты: 0,1-5, Асфальтены, карбены, карбонды: до 1,0

Таблица 2 – Классификация и характеристика сложных физико-химических превращений

Загрязнения	Продукты сложных физико-химических превращений				Застарелые лакокрасочные покрытия
	Продукты коррозии	Углеродистые отложения, нагар	Накипь	Асфальто-смолистые отложения, лаковые пленки	
Группа	1	2	3	4	5
Площадь загрязнений, %: – двигателей – автомобилей	2-3	2-3 –	10-15 –	30-40 –	20-25 до 85
Масса загрязнений на, кг: – двигателях; – автомобилях	0,1-0,3 0,1-0,8	0,1-0,2 –	0,1-1,3 –	0,2-0,3 –	0,4-0,6 до 5
Поверхностная плотность, кг/м ²	1500-2500	1050-1200	2300-2600	950-1100	1000-1400
Толщина слоя загрязнений, мм	0,1-0,3	0,3-8	1-5	0,5-5	0,1-1,5
Адгезия к металлической	–	5-70	100-200	3-60	50-300
Состав, %	FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , Al ₂ O ₃	Смолы 10-15, Оксикислоты 8-30, Асфальтены 7-8, Карбены и карбонды 45-65, Минеральные частицы до 32	SiO ₂ 1,0-10, CaO 3-48, MgO 0,5-60, Fe ₂ O ₃ 5-77, Al ₂ O ₃ 3-15, SO ₃ 1,8-10-	Смолы 18-30, Оксикислоты 5-6, Асфальтены 5-7, Карбены и карбонды 12-18, Минеральные частицы до 40	–

1.2 Классификация способов и методов очистки

Методы очистки можно разделить на:

- физико-химические, за счет молекулярных растворов, превращений и образования субстанций удаляют или преобразовывают загрязнения;
- механические, удаляют загрязнения за счет приложения к ним нормальных и тангенциальных сил воздействия;
- биологические (не используются в настоящее время).

Классификация физико-химических методов очистки представлена на рисунке 2:

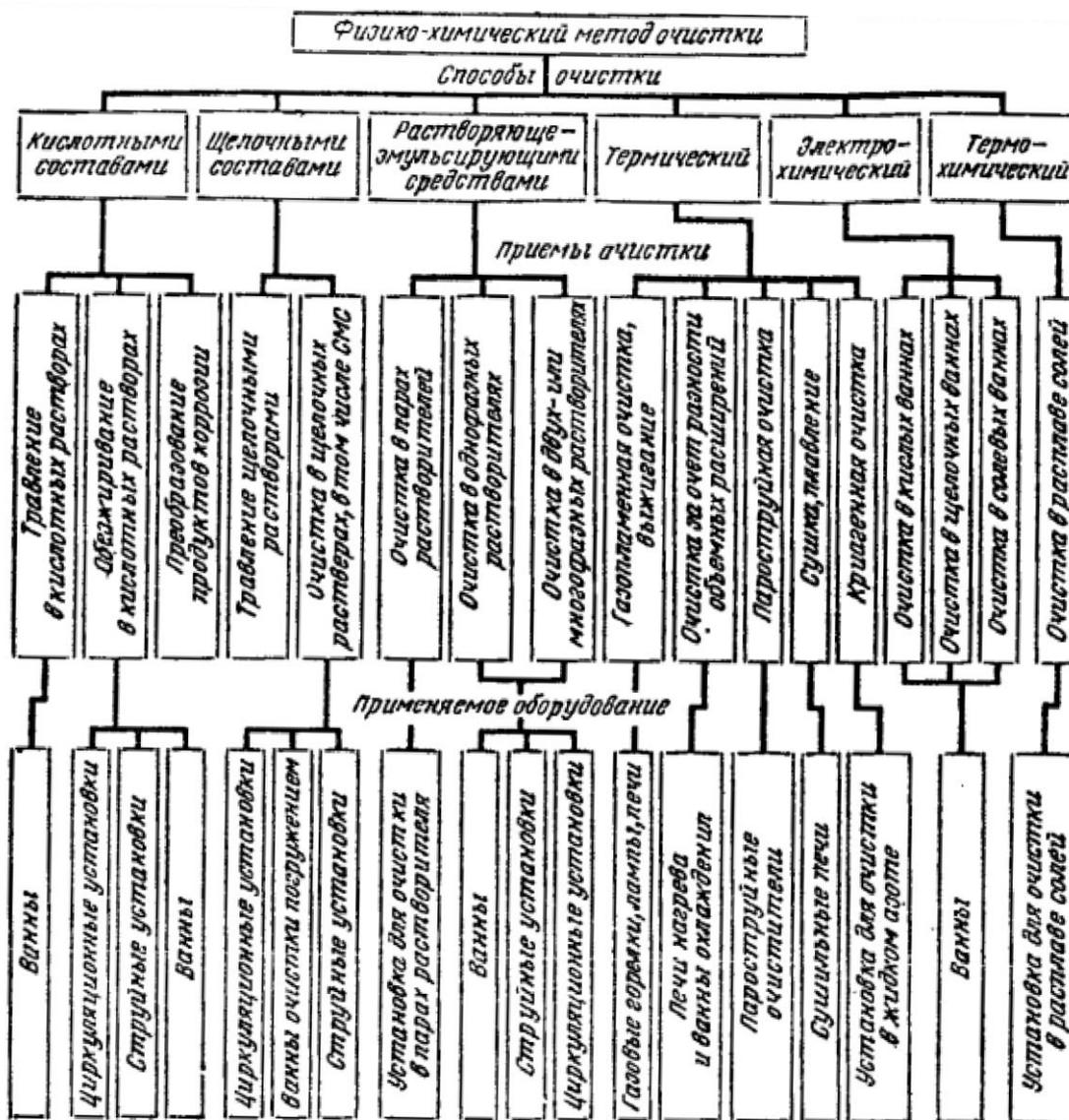


Рисунок 2 – Физико-химические методы очистки

Классификация механических методов очистки представлена на рисунке

3:

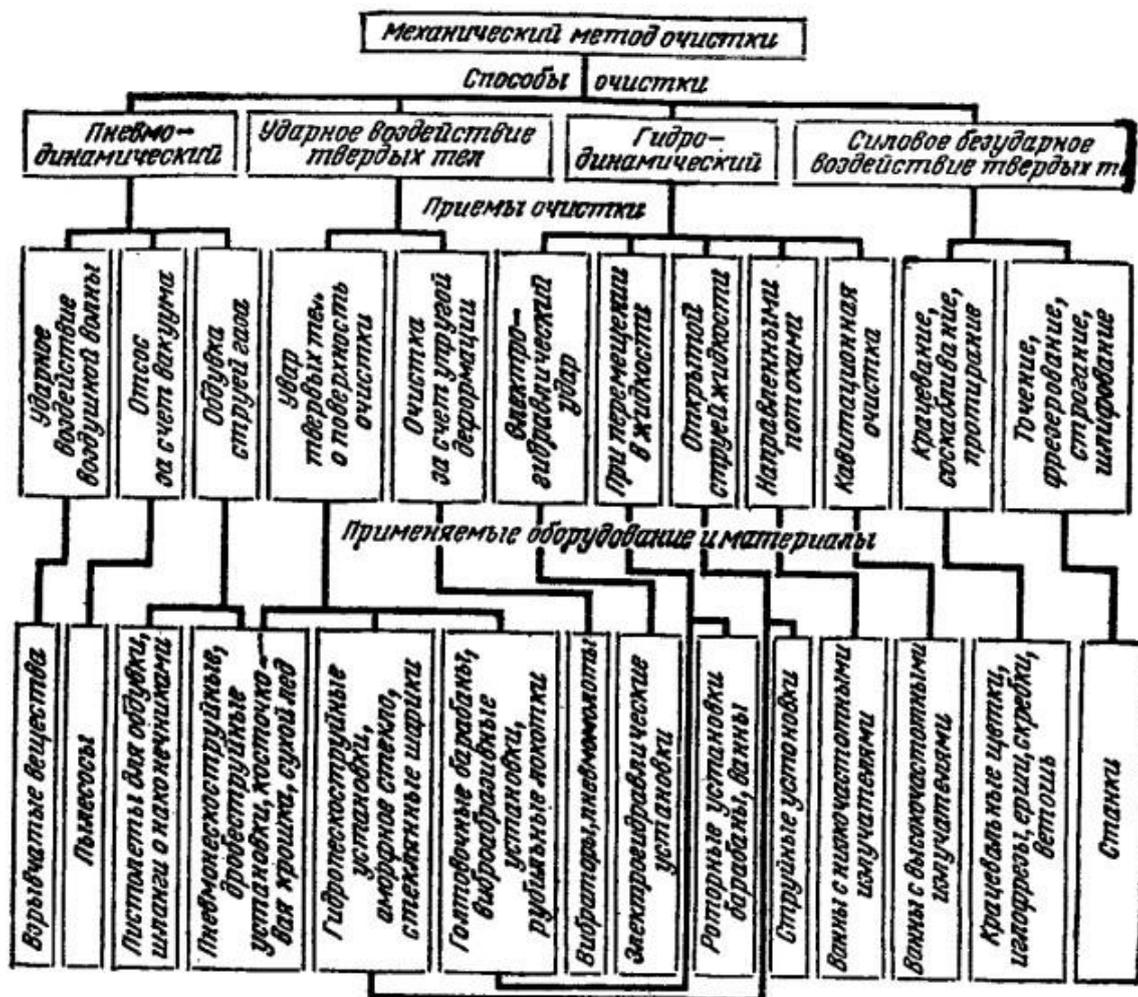


Рисунок 3 – Классификация механических методов очистки

1.3 Контроль качества уборочно-моечных работ

Для качественной мойки транспортного средства необходимо соблюдать технологию, для контроля которой, имеется несколько способов:

- весовой,
- визуальный,
- люминесцентный.

В таблице 3 приведены основные способы контроля качества очистки и способы их реализации.

Таблица 3 – Виды контроля качества очистки

Весовой	Визуальный	Люминесцентный
<p>– соскоблить загрязнения с определенных поверхностей с последующим взвешиванием их;</p> <p>– собрать загрязнения, с помощью извлечения растворителями и отделить загрязнения от растворителя с последующим взвешиванием;</p> <p>– собрать загрязнения предварительно взвешенной бумагой или салфеткой и далее взвесить ее.</p>	<p>– протереть участок с помощью чистой бумаги или салфетки с последующим сравнением степени загрязнения бумаги по шкале градации;</p> <p>– визуально оценить степень загрязнения участков с условной шкалой, имеющей, градацию;</p> <p>– наложить на участок лейкопластырь, имеющий шкалу градации степени загрязнения.</p>	<p>Люминесцентный способ не позволяет проверить загрязненность масляными отложениями, поэтому его не используют в производстве, но применим в лабораторных условиях для контроля загрязнения поверхности перед нанесением покрытий. Измерения производят с помощью прибора ПЛКД-2 или КСО, которые позволяют определять остаточную загрязненность поверхности в диапазоне 0,0005- 0,05 мг/см².</p>

Но также применяются еще несколько способов контроля:

- измерение краевого угла смачивания по форме капли воды
- радиоактивными изотопами;

Детали, которые принимают для проведения дефектации должны быть чистыми и остаточные загрязнения не должны превышать:

- если шероховатость поверхности до 20 мкм – 1,25 мг/см², что приравнивается к 7 баллов шкалы оценки качества очистки;
- при шероховатости поверхности 20-6,3 мкм – 0,70 мг/см², что

приравняется к 8 баллов шкалы оценки качества очистки;

– при шероховатости поверхности 6,3-0,8 мкм – 0,25 мг/см², что приравняется к 9 баллов шкалы оценки качества очистки;

Если выполнять все требования по очистке, то это гарантирует отсутствие загрязнений рук, одежды, рабочих мест и обеспечит высокую производительность и качество выполняемого труда. В ГОСТ 9.402-80 (СТ СЭВ 5732-86) можно ознакомиться с требованиями к качеству очистки и подготовке к покраске. Для достижения максимальной адгезии окрашиваемой поверхности и лакокрасочного покрытия ее загрязнение масляными отложениями не должно превышать 0,05 мг/см². Для достижения данного результата и получения качественной и чистой поверхности с минимальным процентом загрязнений, необходимо использовать не только исправное и современное оборудование, но и не нарушать технологию метода мойки [7].

1.4 Способы экономии воды при уборочно-моечных работах

Для получения максимально эффективных показателей автомойки по расходу воды необходимо организовать рациональный процесс мойки.

Были проведены эксперименты, с помощью которых определили, что для мойки грузового автомобиля под давлением потока воды 1,5-2,0 Мпа расход составляет 200-250 л, но при снижении давления, расход увеличивается в 2-3 раза.

Проанализировав возможные варианты уменьшения расхода воды и поднятия качества при мойке, было найдено решение, которым является технология рециклинга, которая также позволяет уменьшить расход воды с помощью применения различных моющих средств [30].

В связи с ростом цен на водоснабжение, стоит острая необходимость в сокращении затрат водных ресурсов, за счет обратного водоснабжения, которое позволяет уменьшить расход воды на промышленные нужды.

Исходя из этого, частным комплексам автомобильных моек, станциям технического обслуживания и автотранспортным предприятиям необходимо перейти на технологию рециклинга воды.

В поисках вариантов экономии воды следует опираться на количество водных ресурсов, затраченных при мойке одного автомобиля. В России данный показатель является очень высоким. Исходя из темпа роста рынка автомобилей, следует увеличение объёмов потребления воды на автотранспортных предприятиях, моечных комплексах, станциях технического обслуживания [2].

Для строительства системы обратного водоснабжения с очистными сооружениями необходимы емкости для отстоя воды после мойки, что требует больших капиталовложений, а также, у таких систем, увеличиваются эксплуатационные затраты [27].

Для решения проблемы очистки стоков воды на моечных комплексах и станциях технического обслуживания следует использовать следующие направления:

- поиск вариантов улучшения технологии процесса очистки;
- возможность создания бессточной системы с использованием воды в разных технологических процессах;
- улучшение характеристик моечных средств, возможность их регенерации для повторного использования, сокращение попадания отходов в окружающую среду.

Перспективнее всего является система замкнутого контура с возможностью повторного многократного использования водных ресурсов, при выборе схем которой основополагающими факторами должны являться:

- устройства очистки и очистных сооружений
- состав и свойства отработавших растворов и стоков.
- способы и оборудование очистки стоков и регенерации растворов;

1.5 Исторический обзор и классификация моющих средств

В 1831 г. французский химик Э. Фреми смешал оливковое и миндальное масло с серной кислотой, в результате чего смог получить первые моющие средства. Через три года Рунге опытным путем обнаружил, что если провести нейтрализацию данного продукта, то его можно использовать для окрашивания тканей. В 1875 г. касторовое масло подвергли аналогичной обработке, и полученный продукт, оказался эффективным при ализариновом крашении и широко применявшемся в XIX в [19].

Одним из лучших и дешевых детергентов является мыло. Но препятствует его универсальному применению ряд недостатков. Если применять мыло при рН значительно ниже 8, учитывая, что, оно является нерастворимой в воде солью сильного основания, то произойдет выпадение осадка жирной кислоты. Такой осадок является нерастворимым и прилипает к любой поверхности. Ткани становятся жесткими, на волосах образуется тонкая матовая пленка. При воздействии серной кислоты на глицериды и жирные спирты происходит появление растворимых соединений сульфатной группы из-за длинной углеводородной цепи. Если у продукта имеются пенообразующие и моющие свойства, но отсутствует нерастворимая пленка, то такие моющие средства являются синтетическими [8].

В 1898 г. Полу Тветчеллу удалось получить патент на запуск производства нефтяного мыла, которым являлись натриевые соли. Следом за этим в текстильной промышленности для получения моющих средств начинают использовать метод сульфирования спирта. В 1913 г. химику Рейхлеру из Бельгии на основе цетилсульфоната натрия удается получить поверхностно-активные вещества имеющие свойства мыла.

В Германии во время первой мировой войны возникает большая проблема с отсутствием мыла, так как была острая нехватка натуральных масел, но в 1916 г. для поиска вариантов замены мыла, был найден способ,

где, путем синтеза натриевой соли диизопропилиафталинсульфокислоты был получен продукт под названием некал А. Если проводить алкилирование бутиловым спиртом, то получался продукт, который имел название - некал ВХ [4].

Фирма I.G. Farbenindustrie в 1925 г. выпускает амидное моющее средство игепон «Т». Для производства которого были необходимы спирты, способом получения которых являлся процесс, где под высоким давлением над медными и хромовыми катализаторами происходило гидрирование жирных кислот (рисунок 4).



Рисунок 4 – Процесс производства моющего средства(мыла)

В 1930–1940 годы активно начинается производство синтетических моющих средств Американскими фирмами. В составе используется нафтонал и сульфированные замещенные амиды, но для удешевления производства было принято использовать основным компонентом дешевый алкиларилсульфонат, при использовании которого производство моющих средств к концу 1940 г. достигло показателя в 45 тыс. тонн в год [1].

В период войны было необходимо производить моющие и чистящие средства в больших объемах, и к 1944 г. производство достигло 160 тыс.т.

Исходя из расхода на 100 кг жиров получалось 110 кг мыла или 400 кг активного моющего средства, так как для получения чистого мыла

требовалось больше ресурсов.

В 1944 г. выработка моющих средств в Германии составила 195 тыс. т. В основе были алифатические сульфаты типа мерзольят, которые добывались на основе технологии Кортеса Ф. Рида.

В 1950 г. с помощью синтетических моющих средств домашние хозяйки Англии смогли отмывать загрязнения от белья которые могло отмыть только мыло. А к 1955 г. половина производимых моющих средств являлись порошки на основе синтетических компонентов, что составила огромную конкуренцию натуральному мылу [16].

1.6 Классификация современных моющих средств

Классификация моющих средств показана в таблице 4

Таблица 4 – Классификация моющих средств

Класс	Тип	Структура	Пример
Катионоактивный	Галоидная соль сполна замещенного аммония	$R_4 \overset{+}{N} \overset{-}{Cl}$	$\left[\begin{array}{cc} H_3C & CH_2C_6H_5 \\ & + \\ & N \\ \left[\begin{array}{cc} H & C \\ 3 & 12 \end{array} \right] & \left[\begin{array}{cc} C & H \\ 12 & 25 \end{array} \right] \end{array} \right] Cl^-$
Амфотерный	Алкил-β- аминопропионовая кислота	$RNHCH_2CH_2COOH$	$C_{12}H_{25} - NHCH_2CH_2COOH$ лаурил- β- аминопропионовая кислота
Неионогенный	Сложный эфир полиэтиленгликоля	$RCO(CH_2CH_2O)_nH$	$C_{17}H_{33} - CO(CH_2CH_2O)_3H$ олеиновый эфир триэтиленгликоля
Анионоактивный	Мыло Алкилсульфонат Алкилсульфат	$R - COONa$ $R - O - SO_3Na$ $R - SO_3Na$	$C_{11}H_{23}CH_2 - O - SO_3Na$ лаурилсульфонат натрия $C_{15}H_{31} - COONa$ пальмитат натрия $C_{12}H_{25} - O - SO_3Na$ додецилсульфат натрия

Если рассмотреть структуру молекул моющего средства, то можно понять его действие. Моющее средство применяется для устранения

различных видов загрязнений одежды, например сажи, масла, пота, соусов и так далее. Молекулы моющего средства состоят из длинной жирорастворимой цепи, которая на конце связана с водорастворимой группой, за счет этого у моющих средств имеются свойства разносторонних действий. Молекула ионизируется и отрицательный заряд передается гидрофильной группе. Мыло относится к данному анионоактивному детергентному типу. Моющее средство катионоактивного типа, если заряд положительный. Амфотерный тип имеет заряд, изменяющийся вместе с изменением pH раствора. Неионогенный тип не ионизирует [18].

При использовании данной классификации следует учитывать, что в каждый класс имеет массу вариантов, количество которых постоянно растет.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод по первому разделу:

- сброс неочищенных вод после моечных работ недопустим;
- взвешенные частицы и нефтепродукты являются основным источником загрязнения сточных вод на посту моечных работ;
- при использовании автошампуней и других воскоподобных составов, вода загрязняется химическими элементами и непригодна для повторного использования;
- рассмотрена история создания и приведена классификация моющих средств, описаны современные составы и рассмотрены перспективы развития в будущем.

Синтетические моющие средства, применяемые при мойке автомобиля, не поддаются биологическому разложению, разрушают органические вещества и нарушают деятельность микроорганизмов.

Содержащиеся веществ в сточных водах, которые попадают в процессе мойки различных изделий, стирки, деятельности автомоек и красильно-отделочных производств в воду, являются тяжелыми так как в их состав входят активные вещества, которые не имеют свойств биологически естественно разлагаться, вследствие чего затрудняется биологическая и химическая очистка стоков.

2 Системы оборотного водоснабжения и очистки сточных вод при уборочно-моечных работах

Для очистки отработанной воды, большинство автомобильных моек, имеют свои локальные сооружения. В крупных городах практикуется групповая очистка, где очищение сточных вод с предприятий очищается вместе с ливневыми водами.

Такие сооружения представляют собой резервуар сточной воды. С помощью насосов происходит забор воды для дальнейшей прокачки через фильтр, где происходит отделение нефтепродуктов и взвешенных частиц. После очистки вода попадет в другой резервуар, который является сборщиком чистой воды, которую в дальнейшем будут использовать на автомойке [24].

На рисунке 5 показана схема системы водоснабжения, используемая на автомойках, и предприятиях по обслуживанию автомобилей.

В процессе мойки вода стекает в сборник-резервуар сточных вод. Если уровень количества воды достигает половины объема, подключается насос 2. Затем вода попадает в фильтр 3 по трубопроводам при давлении 0,2–0,25 Мпа. На следующем этапе вода доставляется в блок 5, который служит для вторичной очистки от нефтепродуктов. После всех этапов вода остается на хранении, для последующего использования, в резервуаре с чистой водой.

Для удаления осадка ила и песка в конусной части фильтра 3, используется бункер-сборник 8.

С помощью сжатого воздуха происходит ускорение сброса нефтеотходов с поверхности воды, которые образуются в камере грубой очистки из-за коалесценция (укрупнение частиц) эмульсии.

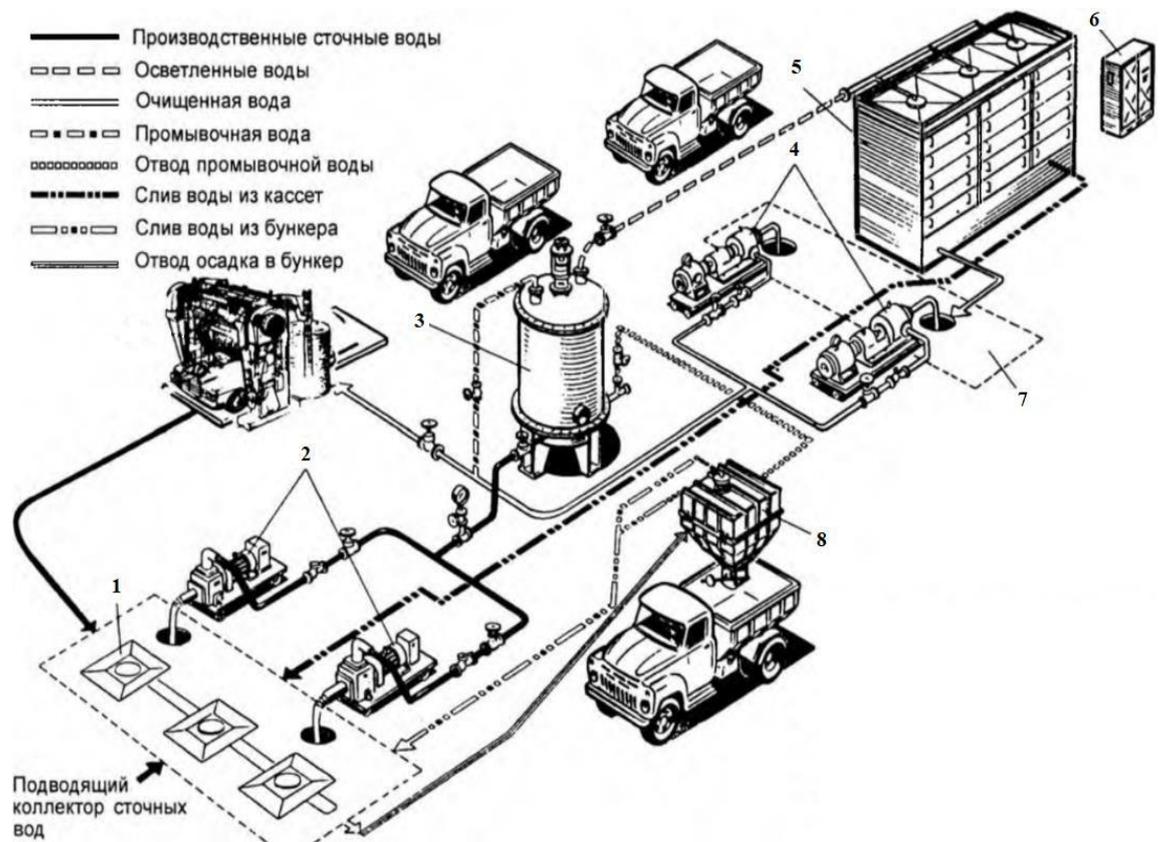


Рисунок 5 – Замкнутый цикл очистки отработанной воды

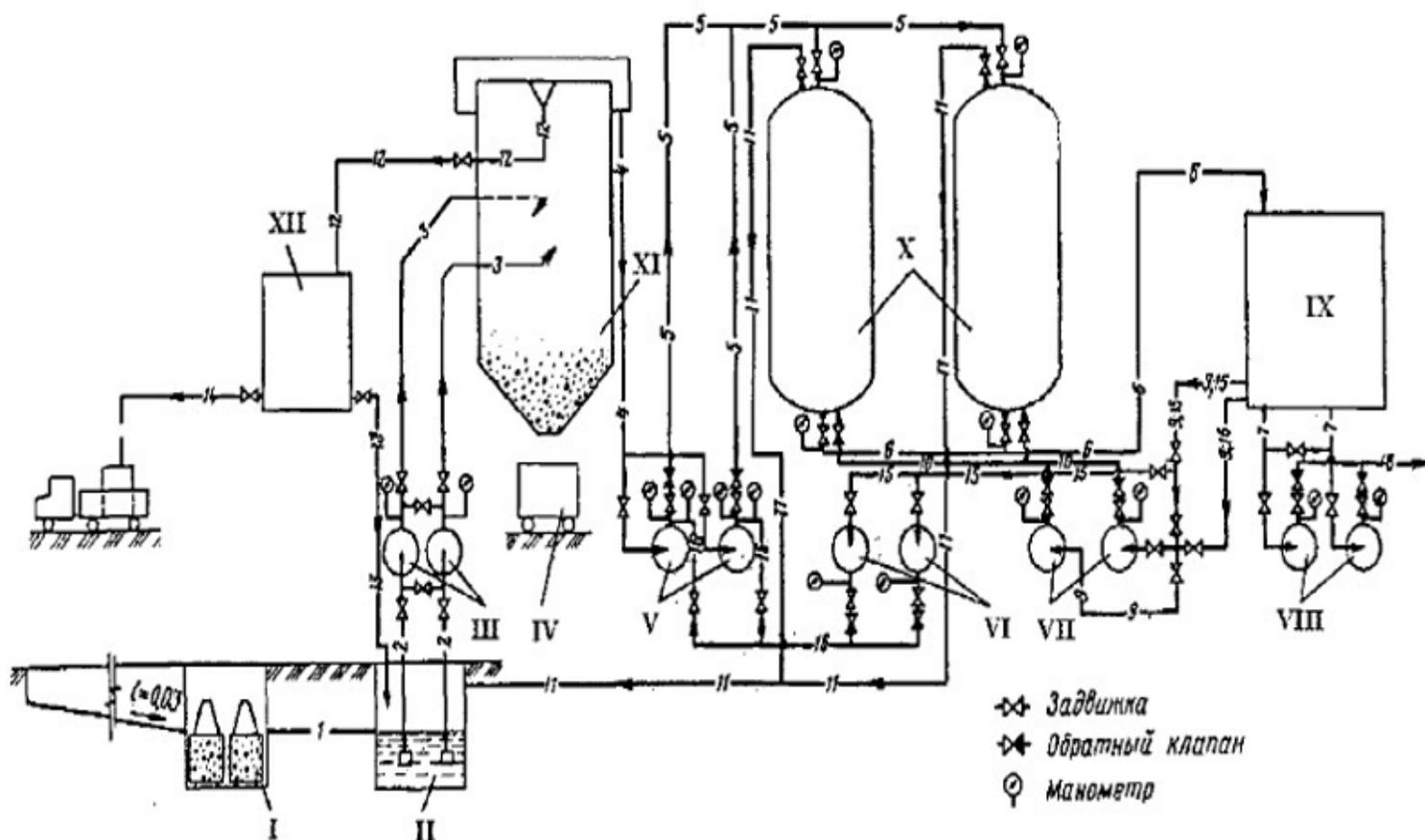
Когда вода очищена от нефтепродуктов, она поступает в сборник для чистой воды 7. Если уровень количества воды достигает половины объема, с помощью насоса 4, чистая вода подается на мойку автомобилей.

Очистные сооружения с последнее время стали успешно внедряться на автомойках (рисунок 6).

Очистные сооружения состоят из:

- насосная станция обратного водоснабжения;
- бак для сбора нефтепродуктов;
- песколовка с контейнерами для сбора осадка;
- приемный резервуар;
- насосная станция первого подъема;
- безнапорные гидроциклоны;
- передвижной контейнер для осадка;
- насосная станция гидроуплотнения сальников;

- насосная станция второго подъема;
- фильтры напорные;
- насосная станция для промывки фильтров
- резервуар очищенной воды. [12].

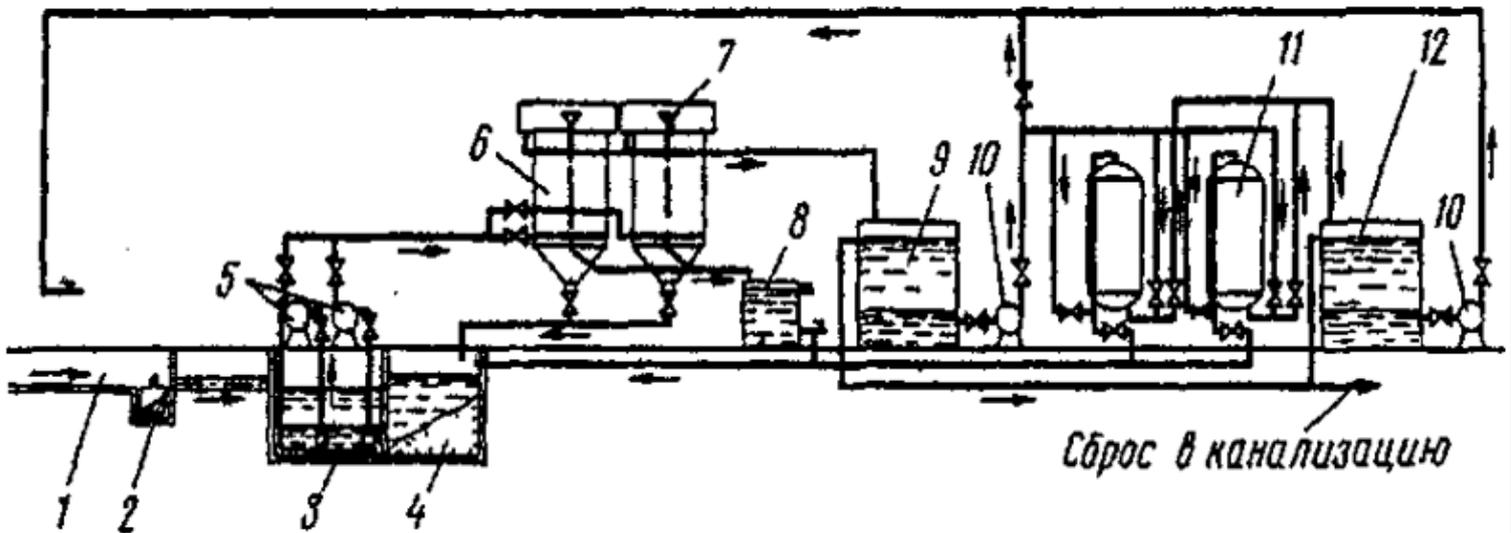


1 – сточные воды, прошедших песколовку; 2, 4, 7, 9, 15 – всасывающий насосов; 3 – напорный, подающий сточные воды на гидроциклон; 5 – напорный, подающий на фильтр; 6 – очищенная вода; 8 – напорный к моечным установкам; 10 – напорный насосов промывки фильтров; 11 – фильтрата; 12 – отводящий нефтепродукты от гидроциклона; 13 – слива воды; 14 – слива нефтепродуктов; 16 – напорный насосов гидроуплотнения

Рисунок 6 – Схема работы очистных сооружений с безнапорными гидроциклонами для систем оборотного водоснабжения мойки автомобилей

Очистные сооружения, представленные на рисунке 7, активно применяются в настоящее время на различных предприятиях,

специализирующихся на автотранспорте.



1 – моечная канава; 2 – металлический бункер для сбора осадка; 3 – приемный резервуар сточных вод; 4 – накопитель осадка (шламонакопитель); 5, 10 – насосы; 6 – безнапорный гидроциклон; 7 – плавающая воронка для сбора нефтепродуктов; 8 – резервуар для сбора нефтепродуктов; 9 – промежуточный резервуар чистой воды; 11 – напорный фильтр; 12 – резервуар чистой воды

Рисунок 7 – Схема очистки сточных вод на безнапорных гидроциклонах

Выводы по второй главе.

Подводя итоги второго раздела, можно сделать следующие выводы:

– возможность загрязнения почвы и водоемов сточными водами сведена к минимуму;

– при использовании водоснабжения обратного типа водопотребление снижается до 90%, оставшиеся 10% являются безвозвратными потерями, которые восполняются в процессе работы предприятия;

– используя систему обратного водоснабжения, есть возможность

максимально снизить плату за водопользование и исключить возможность получения штрафов за попадание в стоки вредных веществ с повышенной концентрацией;

– после прохождения цикла очистки через установку обратного водоснабжения, вода пригодна к повторному использованию и не требует дополнительной очистки. Но, возможно, потребуется дополнительная стадия доочистки от реагентов, если поток транспорта большой.

3 Особенности доочистки сточных вод фильтрованием

Вопрос доочистки сточных вод является очень важным и нуждается в новых методах и технологиях позволяющими оптимизировать процесс, сделав его менее затратным.

Актуальность данной проблемы заключается в возможности сбрасывать использованную воду на прилегающей территории автотранспортных предприятий и водоемы без вреда окружающей среде.

3.1 Выбор технологии очистки в зависимости от состава сточных вод

На территории Российской Федерации существуют нормативные документы, в которых описаны нормы качества воды для сброса в водоемы. При несоблюдении данных норм попадание воды, не очищенной должным образом в водоемы вблизи населенных пунктов, приведет к ухудшению качества воды. Для высоких категорий водопользователей, например рыбохозяйственные водоемы первой категории, СанПиН устанавливает более жесткие нормы по очистке сточных вод. Использование сточных вод повторно на автомойках подразумевает соблюдение таких же жестких норм.

На малых промышленных производствах, отдельно расположенных АЗС, автотранспортных предприятиях и так далее, использование прудов-отстойников является нецелесообразным по причине больших трат на содержание отчужденной территории. Целесообразнее использовать фильтры различных конструкций имеющие различные фильтрующие загрузки. В связи с активным строительством автомобильных сервисов как в населенных пунктах, так и в их близи, актуальным способом очистки и доочистки сточных вод является применение фильтрующих конструкций [26].

В таблице 5 представлен состав атмосферных сточных вод с территории и строений МКА.

Таблица 5 – Состав атмосферных сточных вод с территории и строений

Место отбора	Определяемые компоненты, мг/л							
	Cu	Ni	Zn	Pb	Cr	Солесодержание	Нефтепродукты	Взвешенные вещества
	ПДК в атмосферных водах, мг/л.							
	1,0	0,01	1,0	0,03	0,05	1000	0,05	20
автовокзал (дождевая)	0,0040	0,002	н/о	н/о	н/о	256,0	0,44	157,0
автовокзал (талая)	0,00097	н/о	н/о	н/о	н/о	190,0	0,52	2329,0
ЛЗС (талая)	0,06	0,06	н/о	н/о	н/о	1693,0	0,62	2014,0
АЗС на выезде из города (талая)	0,0015	0,0005	н/о	н/о	н/о	178,0	0,68	780,0
АЗС на выезде из города (дождевая)	0,0009	0,0013	0,06	н/о	н/о	149,0	0,80	1954,0
АЗС на федеральной дороге М5 (ливневая)	0,02	0,005	н/о	н/о	н/о	1028,0	1,06	695,9
Примечание: н/о – не определено.								

Современный вид фильтрования с этапом обработки реагентами является экономичным, компактным и эффективным. Большой выбор загрузок дает возможность фильтровать воду с высокой степенью очистки. Существуют механические, химические и физико-химические виды. Обратное водоснабжение на территории Российской Федерации используется редко, из-за отсутствия популяризации данной технологии так как недостаточное количество информации в отечественных источниках [5].

Протеканию сорбционных и каталитических взаимодействий при очистке сточной воды, способствуют оксиды переходных металлов и углеродов, которые содержатся в фильтрующих загрузках и обладают полифункциональным действием.

В России погодные условия являются неблагоприятными для автомобильного транспорта. В связи с этим требуется регулярная и длительная мойка. Для сокращения затрат на обслуживании необходимо, чтобы цена на фильтрующую загрузку была не высокой, но в тоже время обладать хорошими фильтрующими параметрами. Для качественной очистки сточных вод материал загрузки должен иметь электропроводностью с

положительными и отрицательными зарядами для протекания окислительно-восстановительных реакций за счет малообразований внутри загрузки. В местах контакта материалов с разными зарядами протекает реакция с помощью углерода и серы. Такие условия можно выполнить если использовать антрацит, окал с электродов или частицы резины [9].

В настоящее время существуют технологии искусственной и естественной доочистки сточных вод автотранспортных предприятий, где предпочтительнее использовать искусственный вид, так как доочистка происходит с помощью фильтров, загрузка может представлять собой искусственные или природные материалы [12].

Так же фильтрование производится в хозяйственно-питьевой и промышленной подготовке. Ввиду существующих отличий по характеру загрязнений при доочистки сточных вод с предприятий моечных комплексов, нельзя применять данный опыт фильтрования сточных вод без должных экспериментальных исследований. Однако для уменьшения объема исследований и сокращения времени внедрения разработок в производстве можно воспользоваться ранее известными технологиями фильтрования сточных вод МКА, которые имеют как теоретические, так и практические исследования.

Существует несколько вариантов фильтров водообработки в настоящее время, которые имеют отличия как в конструкции, так и в процессе очистки. Вид очистки может быть как с последующем движением воды, так и с радиальным, фильтрация может происходить как в нисходящих, так и в восходящих потоках, иметь различную скорость фильтрации: сверхскоростные – до 50 м/ч, скоростные – до 20 м/ч, скорые – до 12 м/ч, медленные – до 1 м/ч, а так же иметь различную форму и материал корпуса.

Варианты материалов фильтрующей загрузки могут быть разные: горные породы, горелые породы, песок, дробленый горный хрусталь, керамзит, антрацит, туфы, синтетические материалы. Ознакомиться с требованиями, химическими и механическими характеристиками материалов

фильтрующей загрузки можно в «Перечень Минздрава РФ материалов и малогабаритных материалов водоснабжения».

Для ускорения протекания реакции существуют специальные фильтрующие материалы, которые обладают каталитическими свойствами. За счет окисления молекул и ионов веществ, проходящих через фильтр, происходит восстановление атомарного кислорода, который химически влияет на процесс фильтрации. Каталитическими свойствами обладают оксиды, переходные металлы или углерод. Самыми рациональными видами материала загрузки для доочистки сточных вод, с финансовой точки зрения, являются антрацит и углеродосодержащие отходы (УСО).

В очистке вод хозяйственного назначения применение антрацитовых загрузок более оправдано за счет меньшего попадания силикатов в воду (в сравнении с песчаными загрузками), увеличенным сроком службы фильтра из-за применения антрацитовой загрузки вторым верхним слоем, а также снижаются эксплуатационные затраты. Следует учитывать, что при обратной промывке, за счет меньшей плотности антрацита по сравнению с песком, антрацит может вымываться, а также популяризация антрацита в виде загрузки фильтра может привести к дефициту материала определенной фракции [21].

Для наполнения загрузки необходимы антрациты определенных фракций, к тому же отвечающим всем эпидемиологическим и гигиеническим требованиям, которые производятся исключительно в Ростовской области на шахте «Обуховская». В связи с этим появился большой спрос от собственников предприятий с очистными сооружениями, а также исследователей.

3.2 Фильтры и технологии фильтрования сточных вод

Самыми популярными очистными фильтрами сточных вод являются те фильтры, которые имеют восходящие и нисходящие направления для

фильтрации, а в качестве загрузки используется песок или гравий. Благодаря таким фильтрам, происходит задержка таких веществ как:

- взвешенные вещества до 65 %;
- органические вещества до 30 %;
- азотные формы до 5 %.

Но из-за введения более жестких норм сброса воды, данные фильтры перестали использовать в настоящее время, так как они уже не отвечают всем требованиям.

На сегодняшний день используются различные установки, для осуществления фильтрации дождевых, талых и сточных вод с автомойки, которые имеют две ступени очистки. За счет специальных сорбентов происходит доочистка стоков от эмульгированных нефтепродуктов [23].

Установки, имеющие данную технологическую схему очистки:

- установки очистки ливневых нефтесодержащих вод;
- компактные модули для очистки сточных вод;
- установки очистки оборотных вод автомоек, с помощью физико-химического метода очистки, благодаря отстаиванию и дальнейшему пропусканию через угольные и песчаные фильтры.

Для очистки сточных вод на автотранспортных предприятиях используется несколько стадий, таких как механическая, биологическая и электрохимическая, что в совокупности дает комбинированную технологию очистки.

«Комбинированные установки обратного водоснабжения представляют собой конструкцию, состоящую из биофильтра, фильтра с плавающей загрузкой, электрофлоккоагулятора, устройства отделения воды от осадка и резервуара с очищенной водой. Для очистки природных и сточных вод в качестве фильтрующего элемента используется фильтр с загрузкой пенополистирола, и процесс очистки осуществляется снизу вверх, а для промывки фильтра используется обратная подача воды сверху вниз» [12].

Компактность схемы загрузки, за счет объединения в одном корпусе

всех процессов является существенным плюсом конструкции. За счет компактности конструкций, их строительство и эксплуатация намного финансово выгоднее [22].

Для достижения лучшего эффекта осветления воды уменьшают диаметр гранул загрузки, за счет этого общая площадь поверхности стенок паровых каналов увеличивается, а адгезионная активность загрузки возрастает. Полистирольная загрузка ФПЗ-3 и ФПЗ-4 обладает высокой активностью на поверхности и может быть применима для очистки стоков с высоким содержанием активного ила.

Скорость фильтрации зависит от многих параметров, но обычно показания фильтрования на ФПЗ равняются 9–10 м/ч. Со временем фильтр забивается и скорость фильтрования уменьшается до 5-6 м/ч. Срок службы фильтрующего элемента значительно сокращается, если фильтрация происходит с высокой скоростью или через мелкодисперсную среду проходит вода значительной мутности [25].

В фильтрующей загрузке рабочий диаметр гранул может быть в пределах 1-1,5 мм, если будет производиться перед подачей воды на ФПЗ предварительная обработка раствором реагента. Для увеличения эффекта адгезии скоагулированных частиц взвеси к поверхности гранул и уменьшения потерь напора, возникает необходимость увеличения диаметра гранул фильтрующей загрузки. Размер гранул в составе загрузки ФПЗ является неоднородным и на практике полезную работу могут выполнять гранулы с более крупным диаметром 1,5-4,0 мм.

Боковая вертикальная поверхность фильтра используется в качестве фильтрующей, что увеличивает производительность фильтрации на занимаемую производственную площадь в плане [28].

При использовании фильтров радиального типа, за счет увеличенной площади фильтрования, экономия воды повышается в 3 раза.

Данный тип фильтров, за счет своей конструкции, на 87 % снижает процент концентрации взвешенных веществ в очищенной воде.

Во избежание кольматации загрузки, в воде с содержанием хлора 10–12 мг/л, в течение 6 часов, производят выдержку наружной пористой перегородки. С помощью такой очистки происходит снижение потерь напора и, следовательно, повышается производительность фильтра.

В процессе очистки воды фильтрованием, стоит основная задача по повышению качества очистки. Для достижения поставленных целей рекомендуется начать с улучшения и интенсификации процессов структурообразования осадков для уменьшения объемов и улучшения их динамических свойств. Для улучшения устойчивости коллоидных систем предлагается использовать коагулянты совместно с продуктами их гидролиза, а также флокулянты образующие структурированный осадок.

В межзерновом пространстве фильтрующей загрузки, осадок в процессе фильтрования закрепляется неподвижно, создавая области сплошные области, которые противостоят сдвигам и напряжениям. Процесс образования структурированных сеток занимает некоторое количество времени. Образовавшиеся структурные сетки увеличивают вероятность прилипания к поверхности осадка частиц загрязнений. Этим объясняется процесс зарядки скорых и медленных фильтров [31].

При сцеплении мицелл друг с другом за счет величин молекулярных сил и жидкости, может происходить как усиление силы сцепления и рост структурированных сеток, так и появления эффекта отталкивания, при котором вода будет заполняться в промежутке между ними и происходить разъединение.

Для создания в очищенной воде наиболее благоприятных условий для желатинирования суспензий добавляются частицы чернозема. При создании таких условий фильтрация воды будет проходить не только в медленных фильтрах, а безреагентно с высокой скоростью, и к тому же на поверхности загрузки не образовывается грязевая пленка.

Участие антрацита в гелеобразовании посредством угольных частиц в фильтрующей загрузке оказывает положительное воздействие.

Фильтры с применением электрохимической обработки являются наиболее популярными фильтрами для очистки воды [17].

В. Назаров изобрел фильтр, в конструкции которого, присутствует три отсека очистки разделенные перегородками. Воды проходят через первую камеру, заполненную фильтрующей загрузкой для механической очистки, во второй камере осуществляется очистка сорбентом и завершающим этапом следует обеззараживание. Между каждым слоем находятся гранулы алюминия, которые обеспечивают дополнительную очистки вод.

В качестве загрузки используются электропроводные и неэлектропроводные частицы, которые образуют смесь. С помощью электропроводящей шины соединены все электроды, расположенные в секциях.

«Титан, алюминий, магний и др. являются электроотрицательными частицами, а графит с напылением марганца или серебра используются в качестве электроположительных частиц. Кальций, известняк, доломит и мел используются в качестве неэлектропроводных частиц» [9].

Множество элементов в конструкции является основным недостатком данного фильтрующего элемента. Так же причиной отказаться от использования данной конструкции будет являться сложность в эксплуатации и из-за подвода электрического тока будет повышенная опасность для обслуживающего персонала. Все эти факторы снижают экономические показатели и безотказность технологии очистки вод.

У автора данного фильтра существует и другой тип конструкции, который очищает и обеззараживает природные железосодержащие воды.

«Фильтр имеет корпус цилиндрической формы с эллиптической крышкой, сборную и отдельную системы, фильтрующим элементом является двуокись марганца, которая расположена последовательно слоями из активированного угля, цеолита и марганцевой руды» [22].

Слои разделены сетками и имеют одинаковую высоту. Количество секций с таким чередованием слоев в корпусе фильтра может быть от 1 до 4-

х. В дренажной загрузке располагаются сборная и разделительная системы.

Сложность эксплуатации является недостатком данного устройства. Высокая стоимость фильтрующих элементов, недостаточная регенерация, а также сложность замены и досыпки фильтрующей загрузки уменьшает эффективность процесса фильтрации.

3.3 Материалы для загрузки фильтров

Путем фильтрования можно вывести взвешенные вещества, которые содержатся в примесях воды. Количество данных примесей ограничивается независимо от вида и агрегатного состояния загрязнения. Количество растворенных продуктов в воде до фильтрации составляет 0,3-0,5 мг/л, а после фильтрации 0,2-0,3 мг/л.

В случае многоступенчатого вида фильтрования следует прибегнуть к пористым материалам, таким как мезопористые угли, в качестве загрузки, а если содержание нефтепродуктов превышает норму, то использование керамзита или березового угля поможет снизить содержание примесей и получить на выходе воду с минимальным содержанием взвешенных веществ.

(рисунок 8)



Рисунок 8 – Многоуровневый фильтр с несколькими видами загрузок

Данный вид фильтрации не нашел свое применение для очистки вод на территории города, а также на предприятиях, непосредственно связанных с автотранспортом в виду малоо количества доступного угля, что вызывает дефицит, а также высокой стоимости сорбционных материалов и отсутствие возможности регенерации в производственных условиях, где необходимо регулярно их обслуживать и заменять [10].

Последнее время, для доочистки сточных вод, в качестве сорбентов в сорбционных технологиях используют экологически чистые природные материалы отечественного производства, материалы в основе которых натуральные и синтетические волокна, обладающие высокой сорбционной ёмкостью относительно нефтепродуктов.

Для повышения скорости фильтрования и увеличения продолжительности фильтроцикла применяются синтетические фильтрующие полимерные материалы, пористость которых достигает 95%. Фильтрование на обычных зернистых фильтрах уступает в процессе регенерации синтетических материалов из-за больших затрат.

Если выполняется безреагентное фильтрование, то ключевым параметром чистоты сточных вод на выходе будет являться скорость фильтрования и высота слоя фильтрующей загрузки. При скорости фильтрования 10-30м/час и высоте слоя фильтрующей загрузки в 1 и 1,5 м, эффект осветления достигается 85-60 и 90-75 % соответственно. При снижении скорости фильтрования и увеличении высоты загрузки, эффект осветления сточных вод повышается [3].

По сравнению с кварцевым песком пенополиуретан обладает более высокой способностью грязеемкости (задерживать загрязняющие вещества).

Для доочистки водных стоков от нефтепродуктов ВНИИ ВОДГЕО (ГНЦ) рекомендует использовать для фильтрования активные угли, с помощью которых содержание нефтепродуктов возможно уменьшить до 0,3 мг/л, так же есть возможность уменьшения содержания взвешенных веществ до 0,05 мг/л, если добавить дополнительную стадию очистки через березовый уголь.

На основании исследований, проводимых в СПбГАСУ, был сделан вывод, что для фильтрования сточных воды, наиболее рациональный вид загрузки, используемый с целью отделения нефтепродуктов, следует использовать керамзитовую фильтрующую загрузку, так как именно она максимально эффективно задержит нефтепродукты.

При использовании керамзитовой загрузки эффективность отделения нефтепродуктов из сточных вод составляет 53,3-65,4 %, но содержание после очистки составляет 0,4-7,4 мг/л, что по предъявленным требованиям не соответствует достаточному качеству очищенной воды. Остаточная концентрация нефтепродуктов показывает о содержании в воде эмульгированных или растворимых нефтепродуктов, которые не удаляются при механической очистке. Так как углесодержащие сорбенты способны вывести нефтепродукты из сточных вод, следует использовать сорбционные материалы, тогда эффективность очистки увеличится.

Подводя итоги третьей главы, можно сделать следующие выводы:

– для безопасного сброса воды, автотранспортному предприятию следует иметь два контура. Содержание взвешенных веществ внутреннего контура не должно превышать 45 мг/л, а нефтепродуктов – 15 мг/л, а для внешнего контура количество взвешенных веществ должно соответствовать требованиям СанПиН. Через фильтровальные установки, которые имеют минимум 2 этапа очистки, происходит связь между потоками обоих контуров. Первый этап обеспечит качество очищенных моечных вод, а второй обеспечит очищение вод до норм, разрешенных для сброса воды в водоем или почву;

– в дождевых и талых водах содержатся взвешенные вещества, содержание которых превышает норму и автотранспортным предприятиям прежде, чем выполнить сброс воды в водоемы, необходимо выполнить процесс очистки в несколько стадий для максимальной эффективности и безопасного стока воды.

4 Технологическая планировка поста мойки с системой бессточного водоснабжения

4.1 Предлагаемая схема регенерации стоков с поста мойки на автотранспортном предприятии

Из-за роста тарифов на водоснабжение, актуальной является тема экономного и рационального использования воды.

В настоящее время, большая часть эксплуатируемых моек транспорта использует водопроводную воду, стоки которой сбрасывает в канализацию не очищенной, а если канализация отсутствует, то на рельеф.

Часть моек хоть и используют очистное оборудование с оборотным водоснабжением для мойки транспорта, но ополаскивание происходит за счет водопроводной воды. В итоге происходит повышенный расход водопроводной воды и влечет за собой штрафы.

Для решения данной проблемы была разработана специальная схема оборотного водоснабжения, которая используется с замкнутым циклом оборота воды. В последующем вода может быть использована для полной мойки автомобиля или ополаскивания, но для этого нужно, чтобы стоки грязной воды были очищены с помощью полного цикла фильтрации. Для мойки автомобиля с использованием оборотной воды, необходимо учитывать очистку в два этапа и качество очищенной воды под каждую задачу. При использовании воды с целью ополаскивания, следует учитывать, что количество загрязняющих веществ в составе воды должно соответствовать нормам по уровню очистки водопроводной воды, а для комплексной мойки автомобиля, вода должна соответствовать требованиям оборудования для мойки (обычно, H_{II} меньше или равно 5 мг/л, а $B_{в}$ равняется 30 мг/л),

Если двух этапов очистки фильтрования и отстаивания достаточно для очистки воды с последующей комплексной мойки, то для достижения степени очистки воды по свойствам схожими с водопроводной требуется

намного серьезные способы очистки, включающие в себя электрофлотацию, микрофльтрацию, химическое осаждение, адсорбцию и так далее.

В данный момент, доступное на рынке оборудование для доочистки требует специальных навыков и имеет высокую стоимость, что требует существенных затрат на обслуживание [15].

Плоскорамные мембранные аппараты (ПМА) появились на рынке относительно недавно, но уже заслужили особое внимание. Их компактность (типовой модуль 50×50×50 см), экономичность ($P < 0,5$ кВт·ч), производительность (от 3 м³/ч) и простота обслуживания являются основными достоинствами данного типа конструкции. Для получения заданной степени очистки применяются микро-ультрафльтрационные мембраны. Из-за того, что при использовании ПМА, в отличие от традиционных методов очистки, замена и последующая утилизация фильтрующих (загрузочных) материалов не требуется, то эксплуатационные расходы ничтожно малы. Если рассматривать аналогичные рулонные мембранные аппараты, то их огромным недостатком является постоянная необходимость замены картриджей, что не требуется на плоскорамных мембранных аппаратах.

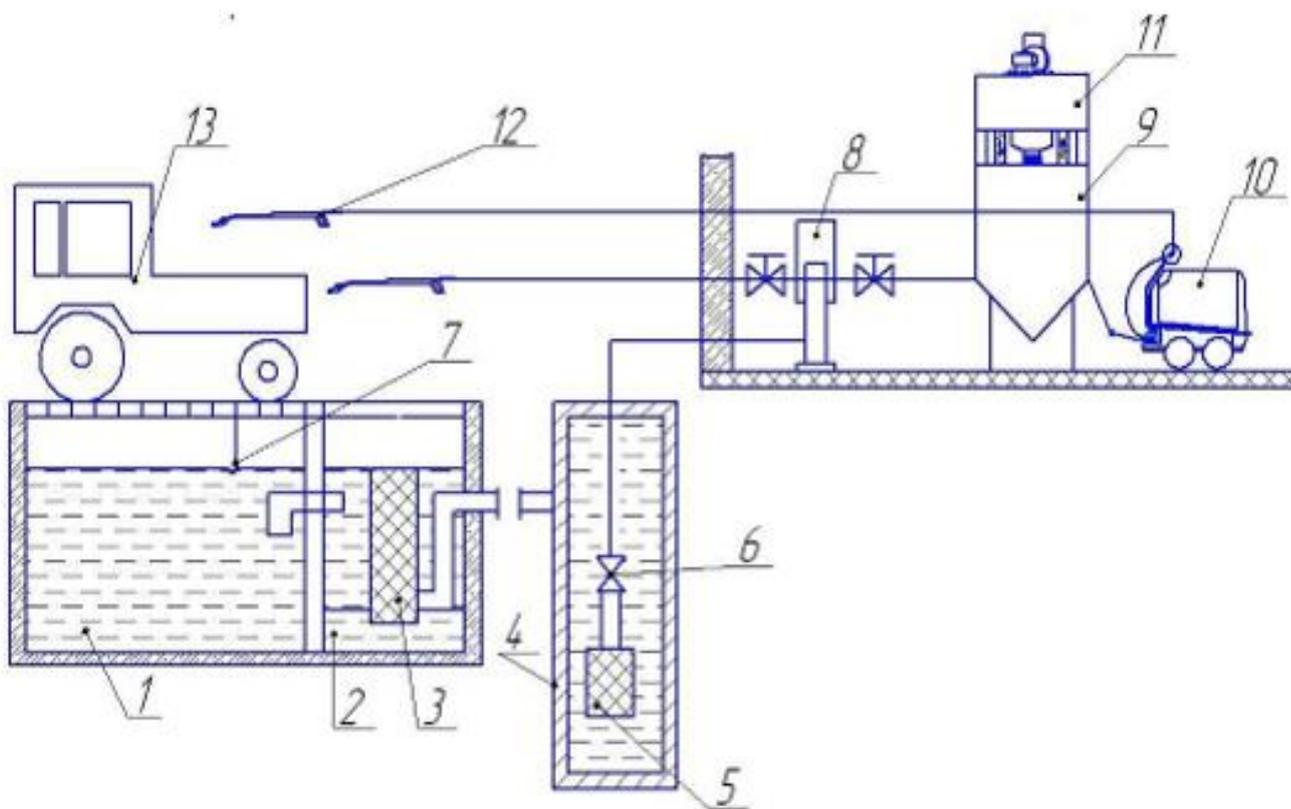
На рисунке 9 изображена план-схема поста очистки автомобиля открытого типа с современной системой очистки.

Основными отличиями системы очистки с мембранным аппаратом являются:

- узел, отвечающий за повышение давления;
- узел, отвечающий за предочистку и тонкую очистку (мембранный);

В технологическом процессе предусматривается две степени очистки стоков:

- узел тонкой очистки, для ополаскивания – ПМА
- узлом предочистки, для смачивания и основной мойки – фильтрующие колонны с песчаной и шунгитовой загрузкой



1 – грязесборник; 2 – отстойник; 3 – фильтр; 4 – емкость с оборотной водой; 5 – заборный клапан; 6 – обратный клапан; 7 – лоток для сбора нефтепродуктов; 8 – самовсасывающая центробежная насосная установка CR3-25; 9 – устройство для доочистки стоков; 10 – высоконапорный моечный аппарат KRANZLE-755; 11 – коллекторный маслосборник; 12 – высоконапорный пистолет; 13 – объект очистки

Рисунок 9 – Схема очистки стоков автотранспортных предприятий

Если использовать данную технологию, то появляется возможность:

- исключить переполнение оборотной системы и сброс излишков в городскую канализацию;
- сократить расход водопроводной воды в несколько раз, но только при обслуживании системы очистки на пополнение оборотной системы;
- наиболее рационально использовать оборотную воду (остаются потери в виде брызг, испарения и тому подобное).

4.2 Организация моечно-очистных работ

Для наружной мойки автомобиля существуют специальные посты, локально расположенные на территории с возможностью оборотного водоснабжения.

Пост мойки автотранспортных средств с наружным видом очистки состоит из очистных сооружений, распределительного устройства, насосной и грязесборников. Помещение поста наружной мойки должно быть отделено от остальных производственных помещений, где разделителем могут служить ширмы, ворота и так далее. На территории мойки не должно быть лишних конструкций и вещей. Для использования мойки машин всесезонно используется закрытый пост с режимом «оборотного водоснабжения». В свою очередь использование открытых площадок для мойки машин возможно исключительно при положительной температуре окружающего воздуха [11].

Зараженная вода с высоким содержанием токсичных веществ проходит комплексную механическую очистку, включающую такие этапы как, очистка агрохимикатами и моющими средствами, коагуляция и последующее отстаивание. После процесса обеззараживания стоки сбрасывают в канализацию. Экскаватором и самосвалом, удаляют образовавшийся осадок из очистных сооружений. Далее осадок транспортируют в специально отведенные места, которые расположены за чертой города и согласованы с Санэпидемстанцией, где объекты складированы для дальнейшего хранения в оборудованных траншеях.

Для получения достойного результата после мойки автомобиля, тратится большое количество материальных и трудовых ресурсов.

Локальное очистное сооружение представляет собой комплекс из съемных фильтров, электрорегулятора, маслосборника, отстойников и грязесборника.

Грязесборник является траншеей, имеющей размеры

$L \times B \times H = 1,5 \times 0,8 \times 2$ м. Такие параметры позволяют прочищать его экскаватором, который проезжает через запасной ход, предназначенный специально для заезда с целью очистки грязесборника. Такой способ очистки не требует дополнительных затрат электроэнергии и обезвоживания осадка, в отличие от типовых проектов с использованием гидроэлеваторов.

Электрорегулятор представлен в виде кассеты пластин из стали, которые расположены внутри отстойника. Для запуска процесса образования электрохимического коагулятора, при помощи выпрямителя на регулятор подается ток. В процессе работы коагулятора, мелкие частицы нефтепродуктов и взвешенных веществ сорбируются и далее удаляются за счет отстаивания. Для улучшения эффективности работы внутри отстойников применяются съемные перегородки из полиэтиленовой пленки с отверстиями. За счет этого качество очистки повышается без существенных финансовых затрат, а также данная конструкция положительно влияет на гидравлический режим работы [14].

В настоящее время, всплывшие на поверхность нефтепродукты, удаляются с помощью скиммера. Этот способ является наиболее эффективным так как имеет хорошие отзывы со стороны владельцев различных предприятий.

Основополагающим фактором эффективной работы скиммера является адгезия гладкой поверхности коллектора к собираемому продукту. Скиммер способен собирать продукты с жидкости температурой от минус 20 до плюс 950°С и жесткостью от 0 до 14 °Ж.

Коллектор имеет форму замкнутой трубы, а материалом является полимер, обладающий гидрофобными свойствами. Основываясь на площадь и высоте установки скиммера над очищаемой поверхностью, выбирают коллектор различных размеров. При помощи привода скиммер осуществляет движение, а маслосъемники выполняют функцию сбора масла с поверхности воды. Далее скиммер очищается и процесс сбора повторяется до достижения требуемого результата. Эластичность коллектора позволяет адаптироваться к

количеству жидкости в резервуаре. Нефтепродукты с углов и локальных точек резервуара удаляются отдельным этапом. Для предотвращения вторичного эмульгирования и горизонтальной циркуляции собираемого слоя задается определенная скорость движения скиммера.

Собранный продукт содержит в себе от 1 до 2 % примеси воды. С применением маслосборщика, нефтепродукты перестали попадать в окружающую среду. Так же маслосборщик используют и в существующих очистных сооружениях, улучшая их работу.

Нефтепродукт, после дополнительной регенерации представляет собой ценное сырье и используется в качестве консервационного материала, который вместе с мазутом, в закалочных ваннах, сжигают в топках котлов и так далее [13].

Убирать осадок, образовавшийся в отстойниках и грязеприемнике, рациональнее всего на предприятии с использованием самосвала и экскаватора. Первым этапом очистки осадка является прочистка грязесборника экскаватором, далее происходит откачка стоков из отстойников в грязесборник, тем самым текучесть и влажность уменьшается и затем оставшийся осадок из отстойников с помощью экскаватора загружают в самосвал. Утилизация осадка производится вдали от населенных пунктов, путем захоронения его в отработанных оврагах, карьерах и балках, а так же на местах захоронений применяются полиэтиленовая пленка в качестве защитного экрана, для исключения возможности, грунтовыми водами, вымыть токсичные вещества. Эффективными способами очистки и утилизации отходов на предприятии могут являться: добавление специальных микроорганизмов, обогащенных известью (2,5-5 %), за счет которых происходит уничтожение вредных и токсичных веществ, а также при строительстве дорог, в качестве нижнего слоя.

4.3 Устройство и принцип работы очистных сооружений

В научной диссертации производится анализ системы очистки водоснабжения с возможностью оборота воды, в которой очистка проводится с помощью электрохимической коагуляции, благодаря которому производится доведение показателей токсичности состава воды до санитарных требований, что позволяет использовать только эффективные и экономичные методы очистки.

При использовании оборотной воды на очистных сооружениях закладывается следующий принцип.

После забора воды в отстойник из грязесборника, происходит равномерное распределение по поверхности отстойника с помощью специального устройства. В отстойнике нефтепродукты всплывают на поверхность, а вредные примеси оседают на дне резервуара. Для удаления нефтепродуктов используется маслосборный колодец, который опускается чуть ниже уровня воды и нефтепродукты самотеком попадают внутрь колодца. Далее происходит очистка через фильтр. Жидкость проходит через дросселирующее устройство и попадает в емкость с оборотной водой. Затем вода, с помощью обратного клапана, подается на фильтр сборщика и с помощью всасывающей установки CR-3-25 вода поступает на доочистку скиммером от нефтепродуктов. После прохождения всех этапов очистки, для дальнейшего использования на мойке, вода подается в моечную установку.

4.4 Перспективная установка регенерации воды для высоконапорных аппаратов

Экономия до 80% воды и значительное снижение расхода моющих средства происходит за счет подачи очищенной после мойки техники воды для повторного использования на мойке с помощью аппаратов высокого давления.

Для решения проблемы по обеспечению природоохранных мер и

выполнению требований санитарных служб, используется установка рециркуляции воды HDR 555.

Принцип работы заключается в следующем.

«Когда процесс мойки транспортного средства с помощью аппарата высокого давления завершился, то смытая грязь с кузова и деталей автомобиля стекает в отстойник, откуда при помощи погружного насоса перекачивается в бак-смеситель установки HDR 555, где дозатором, специальная система смешивает антибактериальные вещества RM 851 и специальный реагент RM 847. Отделение масел и грязи происходит после интенсивного перемешивания смесителем. При этом минеральные масла собираются сверху, а тяжелые частицы оседают на дне. В буферном баке происходит накопление очищенной жидкости, которая в дальнейшем, через специальные фильтры, проходит в резервуар, откуда через клапан подается в аппарат высокого давления снова. Ополаскивание должно проводиться свежей водой» [21].

Затраты воды при ополаскивании должны равняться не более 15% от общего количества, иначе может произойти переполнение системы. Жизненный цикл воды составляет не более 50 использований. После того, как вода исчерпала свой ресурс, при помощи специальных служб, ее утилизируют.

Данная установка имеет ряд преимуществ: выполняет требования санитарных служб, компактность, имеется возможность подавать теплую воду предварительно нагревая ее, существенная экономия как водных ресурсов, так и средств, применяемых во время мойки.

4.5 Технологический процесс очистки сточных вод

Технология регенерации сточных вод по типовому процессу, была взята в качестве основы для разработки технологического процесса мойки транспортных средств.

Для выполнения мойки транспортных средств, а также агрегатов, в частности, необходимо чтобы они соответствовали техническим условиям. Моечные работы в летний период осуществляются при помощи аппарата высокого давления на открытой площадке. Моечные работы в зимний период осуществляются при помощи аппарата высокого давления в закрытом помещении. По возможности расположение объездных ворот следует делать в одну линию. Транспортное средство следует по маршруту в помещении наружной мойки, где располагаются установки мойки, а далее отдельно пост сушки. Для удаления с кузова и агрегатов транспортного средства всех видов загрязнений, а также проведение обеззараживания, используется машины GR1-25, которые являются самовсасывающей насосной установкой. С помощью данных аппаратов выполняется качественная очистка высоконапорным аппаратом, а далее сушка поверхностей транспортного средства. Стоит отметить, что для функционирования используется обратная вода, которая прошла цикл фильтрации и очистки, для повторного ее применения.

Именно такие установки, являются передовыми так как состав и компоновка высокотехнологичной мойки обязан для очистки поверхностей транспортных средств использовать очищенную воду после предыдущих циклов мойки.

Когда кузов и агрегаты транспортного средства очищены от грязи, то следующим этапом является мойка на специальной площадке при помощи моечных установок.

На данном участке происходит наружная мойка автомобилей, а также мойка узлов и агрегатов. Для мойки используется оборудование с насосами высокого давления. Тип моечной установки может быть как стационарный, так и передвижной.

Забор воды для мойки транспортных средств осуществляется из обратной системы, водой, которая была очищена и хранится в резервуарах.

Для мойки транспортных средств и их агрегатов, следует использовать

универсальное технологическое оборудование регенерации сточных вод.

Операции по восстановлению работоспособности углов и агрегатов автомобиля на предприятии, входят в совокупность основного производства. Обслуживающее производство должно состоять из рабочих мест, участков и отделений.

Рабочим местом считается зона на производственном участке, в котором выполняется работа людьми, обеспеченными необходимыми инструментами и оборудованием.

Рабочие места, которые организованы по принципу: технологичности, предметности, или предметно техничности является производственным участком.

На специализированном моечном посту площадь разделяются на:

- производственную,
- вспомогательную.

В момент проектирования отделения мойки транспортных средств необходимо учитывать количество окружающих производственных и вспомогательных участков, расположенных на территории предприятия.

Комплекс участков, которые связаны между собой общими целями—очисткой автомобилей и их узлов и агрегатов является структурой поста мойки.

Основные производственные участки:

- открытая площадка;
- участок мойки;
- моечная эстакада.

Вспомогательные службы:

- очистные сооружения.
- бытовые помещения;
- кладовая;
- насосная;

Участки для осуществления технического процесса расположены по всей производственной площади, где располагается производственное оборудование, установки для мойки, рабочие места с ручным трудом, конвейеры, стеллажи для хранения инструмента, деталей, заготовок, рабочие отсеки и тому подобное.

Существуют отдельные площади, где находятся щитовые электропитания, кладовые и участки хранения сооружений для очистки.

Общепроизводственные склады запасных материалов, утиля располагаются на складских помещениях.

Подводя итоги по четвертой главе, можно сделать следующие заключения:

- рассмотрена схема оборотной системы, для последующего использования воды для мойки транспортных средств на различных предприятиях, например станциях технического обслуживания и ремонта или автотранспортных предприятиях хозяйственного назначения;
- рассмотрен процесс очистки сточных вод с технической точки зрения;
- проведен анализ механики работы и устройства сооружений по очистке сточных вод;

5 Разработка ресурсосберегающей технологии регенерации, удаления и утилизации стоков с постов мойки

В Федеральном Законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и Федеральном Законе «Об охране окружающей среды», говорится, что если на территории автотранспортного предприятия расположен пост мойки транспортных средств, то обязательным атрибутом функционирования является наличие сооружений оборотного использования воды, так как экономические затраты на деятельность предприятия многократно сокращаются, за счет экономии на водных ресурсах. Если автомойка нарушит законодательство, то на основании судебного решения это может закончиться прекращением деятельности автомойки. Для предотвращения возможного попадания токсичных веществ в водоемы страны, слив грязной воды, не прошедшей очистку, в канализацию строго запрещен. Данное требование описано в Водном кодексе Российской Федерации и федеральном законе «Об охране окружающей среды». Поэтому очистные сооружения с возможностью рециркуляции воды на автомойке являются необходимыми составляющими для функционирования [35].

Для очистки отработанной воды от чернозема, песка, масла, битума, солей и прочих примесей необходимо использовать комплексную очистку с помощью специальной системы. Данная система очистки предоставляет возможность повторного использования воды, прошедшей комплекс очистки от примесей. Так же, воду после очистки можно сбрасывать в канализацию. Для получения разрешения на сброс воды, необходимо получить согласование на местном уровне.

На примере установок комплексной очистки воды рассмотрим процесс очистки. Целью очистки является удаление различных примесей из воды, таких как мазут, бензин, масла. Совокупность данных примесей называется – нефтешлам. С помощью данного процесса нефтешлам собирается на поверхности и с помощью специального шламowego лотка происходит забор

и сброс в отдельную емкость. Вода без содержания нефтешлама переливается в отстойник с двумя камерами. В одной из них вода осветляется, а в другой происходит уплотнение осадка, который регулярно удаляется из камеры. Далее происходит процесс утилизации ила. Для обеспечения наиболее эффективного результата очистки воды следует использовать все этапы работы отстойника.

Для удаления оставшихся частиц грязи необходима фаза очистки, при которой вода, пройдет через механический фильтр с загрузкой в виде речного песка и мелкого керамзита. Процесс очистки является завершенным после того, как остатки иловых отложений, полученных в процессе работы, утилизированы. Так же необходимо утилизировать и нефтешлам, собранный в процессе очистки воды [34].

На основании типа производственного процесса определяется набор установок входящих в состав системы. На рисунке 10 показан пример системы мойки различного сырья, состоящий из насоса, фильтра и отстойника (рисунок 10)

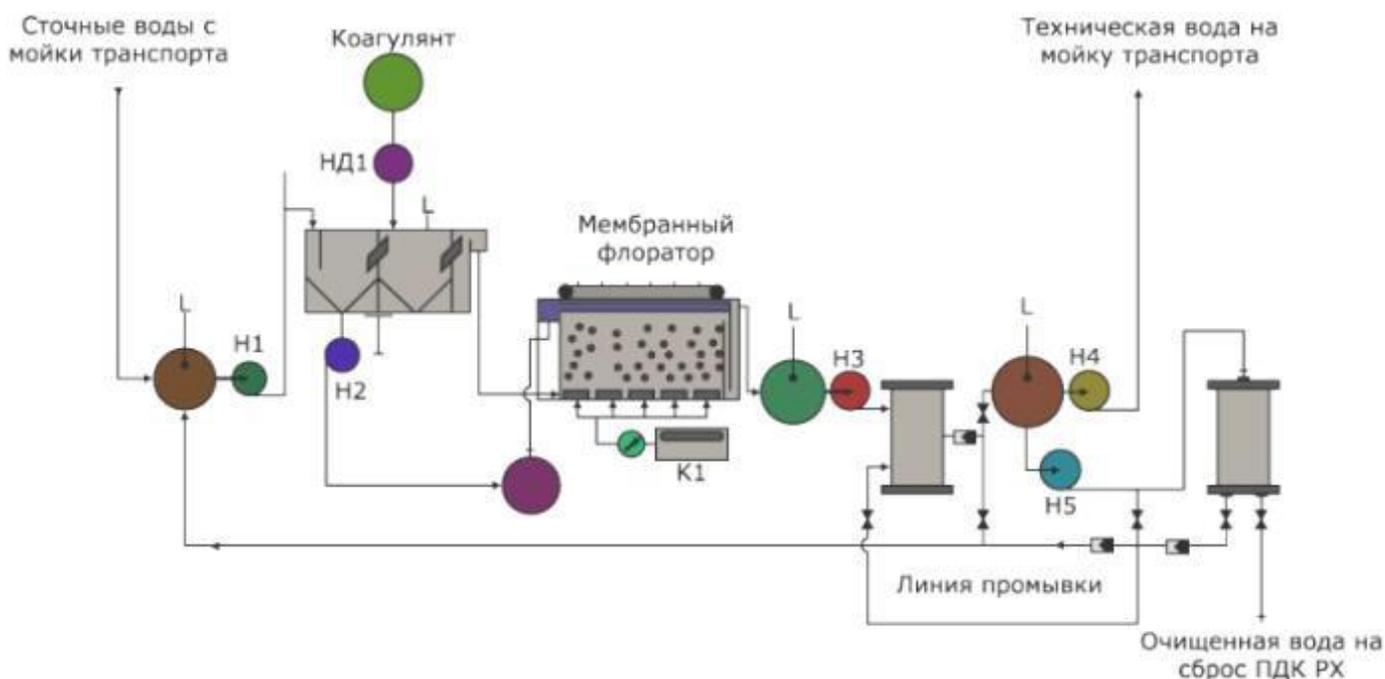


Рисунок 10 – Схема принципа работы системы

5.1 Проектирование технологических процессов очистки сточных вод

На сегодняшний день существует огромное количество методов очистки сточных вод. Состав отработанной воды включает большое количество компонентов, для удаления которых существует множество методов с различными вариантами их сочетания.

Для достижения требуемого качества очищенной воды следует рационально выбирать комплекс очистных сооружений, так как предъявляемые требования к качеству очистки предполагают множество путей по выбору оборудования. Перед тем, как сделать выбор метода очистки сточных вод, необходимо принять во внимание как состав отработанной воды, так и видеть желаемый результат, насколько должно снизиться содержание вредных примесей после очистки. При сбросе воды, прошедшей очистку, следует брать во внимание ее объем при сбросе, а также общие концентрации вредных веществ, оставшихся в составе воды. Так же если необходимо использовать воду повторно, то требования могут отличаться, поэтому следует обратить внимание на данные, указанные в техпроцессе [36].

5.2 Схема технологического процесса регенерации отходов очистки

Для проведения анализа современных технологий очистки, которые соответствуют экологической безопасности и принимают во внимание ресурсосберегающие технологии, а также экономически выгодную эксплуатацию следует иметь эффективный пост мойки машин в составе ремонтно-обслуживающей базы.

При очистке объектов с применением жидких химикатов, происходит скапливание вредных веществ, в отработанных растворах которых, концентрация в десятки раз превышает допустимые нормы, а также из-за

потери моющего действия очищающих добавок, технологический процесс очистки должен включать в себя эффективные системы для регенерации.

Для улучшения технологического процесса мойки, предполагается внедрять очистные машины нового поколения, которые не требуют потребления воды и средства для мойки, или запрашиваемые ресурсы на мойку будут намного ниже по сравнению с типовыми машинами.

Рассмотрим технологию регенерации стоков на посту мойки.

В грязесборнике накапливаются нефтепродукты и крупные почвенно-растительные остатки. Обычно размеры грязеприемника не превышают 10x1x2 м. В грязесборнике, отстаивание воды занимает 2-3 часа, после остаточная концентрация нефтепродуктов составляет 500-800 мг/л, а остаточная концентрация взвешенных частиц равна 700- 6000 мг/л.

Нефтепродукты и грубодисперсные взвешенные веществ после оседания скапливаются на дне отстойника, размеры которого чаще всего равны 3,5x1x2 м. В отстойнике отстаивание воды занимает 1-2 часа, и остаточная концентрация нефтепродуктов составляет 300-420 мг/л, а остаточная концентрация взвешенных частиц равна 400-550 мг/л. В устройство отстойника входит: сорбционный фильтр, распределительное устройство и маслосборный лоток [33].

Для хранения оборотной воды используется емкость, включающая в себя заборный фильтр и обратный клапан, габаритные размеры емкости равняются 3x1x2 м. Длительность отстаивания равняется 45 минутам, а остаточная концентрация нефтепродуктов составляет 10-20 мг/л.

В качестве доочистки используется метод электрохимической коагуляции, с внедрением которого, качество очистки помогает сточным водам достичь уровня чистоты соответствующим санитарным нормам, без использования дорогих химических реагентов, а также низкопроизводительных и экономически не целесообразных фильтров. Для осуществления процессов электрокоагуляции необходимо использовать растворимые стальные электроды с зазором 7-10 мм и плотностью

Алгоритм удаления осадка, образовавшегося в процессе очистки на посту автомойки:

1 Удаление осадка с влажностью не более 70% с грязесборника размером 10×1×1,5 м.

1.1 При помощи тракторного разбрасывателя жидкостей РЖТ-16 выполняется осушение резервуара от лишнего количества воды.

1.2 При помощи экскаватора ЭО-2626 удаляется осадок.

1.3 При помощи бульдозера осадок транспортируется на иловую площадку.

1.4 Удаление лишней влаги из осадка.

2 Удаление осадка с влажностью не более 50-60% из отстойника.

2.1 При помощи гибкого шланга, в заранее очищенный грязесборник, осуществляется удаление верхнего слоя воды.

2.2 При помощи экскаватора ЭО-2626 удаляется осадок из грязесборника.

2.3 При помощи бульдозера осадок транспортируется на иловую площадку.

2.4 Удаление лишней влаги из осадка.

3 Скиммером происходит удаление всплывших нефтепродуктов. Производительность заборного устройства составляет 5 л/мин, габаритные размеры 1200×900×780 мм. Процент содержания воды в собранных нефтепродуктах не должен превышать 2%.

Принцип работы скиммера основывается на адгезии собираемого продукта к гладкой пластиковой поверхности коллектора.

Далее происходит сбор нефтепродуктов с поверхности коллектора при помощи стальных скребков. Далее при помощи насоса, собранный материал в приемной емкости, попадает в маслосборный колодец методом перекачивания.

Алгоритм технологии утилизации осадка на постах автомойки:

- при помощи экскаватора выкапывается траншея;
- траншея накрывается полиэтиленовой пленкой;
- на иловой площадке, при помощи экскаватора, осадок загружается в самосвал;

- доставка осадка от иловой площадки до заранее подготовленной траншеи;

- засыпание траншеи осадком;

- к осадку в траншею добавляются микроорганизмы;

- при помощи бульдозера траншея укрывается изолирующим слоем;

- завершающим этапом является утрамбовка поверхности траншеи.

При помощи специальных установок (рисунок 12) выполняется обезвоживание и фильтрация нефтепродуктов, для дальнейшей утилизации. После выдержки, полученная масса может быть использована в качестве основы при изготовлении средств с консервационными свойствами, предназначенных для хранения различной техники (рисунок 13).



Рисунок 12 - Процесс удаления нефтепродуктов



Рисунок 13 – Консервирующий материал (мастика)

Подводя итоги по пятой главе, можно сделать следующие выводы:

- рассмотрена технология процесса оборотного использования воды;
- представлен техпроцесс очистки сточных вод;
- разработан алгоритм удаления осадка, образовавшегося в процессе деятельности поста автомойки.

6 Технико-экономическая целесообразность очистки сточных вод на посту мойки многократного использования

При сбросе воды в водоемы и на прилегающую территорию, с содержанием химических примесей выше нормы, определим экономический ущерб и экологическую целесообразность при соблюдении требуемых норм по качеству сброса отработанной воды в окружающую среду.

«Выполним расчет по «Временной методике определения предотвращенного экологического ущерба» ГОСКОМ РФ по охране окружающей среды, 1999 году» [10].

Для расчета экономической эффективности следует основываться на методику по уменьшению затрат на городскую водопроводную воду путем рециклинга водных ресурсов на предприятии и исключения штрафов за ущерб окружающей среде [37].

На основании региональных показателей удельного ущерба, определяется размер предотвращенного ущерба окружающей среде, исходя из удельной стоимостной оценки ущерба на единицу (1 тонну) приведенной массы загрязняющих веществ.

Расчет выполняется по следующей формуле:

$$Y_{np} \cdot r = \sum_{i=1}^N Y_{y\delta.r_i} \cdot \Delta M_r \cdot K_s \cdot J_D, \quad (1)$$

«Где $Y_{y\delta.r_i}$ - показатель удельного ущерба (цены загрязнения водным ресурсам, наносимого единицей (условная тонна) приведенной массы загрязняющих веществ на конец расчетного периода для i -го водного объекта в рассматриваемом r -ом регионе, руб./усл. тонну (табличные данные);

M_1, M_2 - приведенная масса сброса загрязняющих веществ в водные объекты каким-либо производством, соответственно, на начало и конец расчетного периода, тыс. усл. тонн;

ΔM_r – приведенная масса загрязняющих веществ снимаемых (ликвидируемых) в результате природоохранной деятельности и осуществления соответствующих водоохранных мероприятий на предприятии в течение расчетного периода, тыс. усл. тонн/год;

K_s – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек;

J_d – индекс-дефлятор по отраслям промышленности, устанавливаемый Минэкономки РФ на рассматриваемый период» [61].

Для конкретного объекта, для рассмотрения приведенной массы загрязняющих веществ воспользуемся следующей формулой:

$$M_k = \sum_{i=1}^N m_i \cdot K_{\varepsilon i} \quad (2)$$

«Где m_i – масса фактического сброса i -го загрязняющего вещества или группы веществ с одинаковым коэффициентом относительной экологоэкономической опасности в водные объекты рассматриваемого региона, т/год;

$K_{\varepsilon i}$ – коэффициент относительной эколого-экономической опасности для i -го загрязняющего вещества или группы веществ (значение принимается исходя из табличных данных);

i – номер загрязняющего вещества и ли группы веществ (значение принимается исходя из табличных данных);

N – количество учитываемых загрязняющих веществ» [61].

Для определения значения m , следует использовать статистические данные предприятий, организаций, фирм, которые имеют право и сертификат на сбор и анализ данной информации.

По данным формулам определяется величина предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от загрязнения земель, ухудшения и разрушения почв под воздействием антропогенных нагрузок:

Для определения ущерба окружающей среде, который был предотвращен, благодаря природоохранной деятельности следует использовать следующую формулу.

– от деградации почв и земель.

$$Y_{\text{прд}} = H_c \cdot S \cdot K_3 \cdot K_n, \quad (3)$$

«Где $Y_{\text{прд}}$ – величина предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от деградации почв и земель, тыс. руб./год;

H_c – норматив стоимости земель, тыс. руб./га (значение принимается исходя из табличных данных);

S – площадь почв и земель, сохраненная от деградации, га;

K_3 – коэффициент экологической значимости территории, б/р (значение принимается исходя из табличных данных);

K_n – коэффициент для особо охраняемых территорий, (значение принимается исходя из табличных данных)» [61].

Выполним расчет масс нефтепродуктов и взвешенных частиц, которые были извлечены из отработанной воды предприятия, и проведем анализ и оценку величины предотвращенного ущерба окружающей среде. Для определения данного значения необходимо найти общие объёмы стоков атмосферных и с автомойки за год функционирования.

Учитывая график работы автомойки $t_{см}$, коэффициент частоты автомобилей на мойке $\eta_{ео}=0,85$ и затрат на водные ресурсы при мойке одного автомобиля $q = 200$ л/авт, выполним расчет затраченных водных ресурсов за год функционирования предприятия.

Результаты расчетов представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Объем затрат водных ресурсов в год при $t_{см} = 7$ ч

Месяцы	$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
Январь	$Q^M_{АМС}, \text{м}^3$	1475,6	1660,05	1844,5	2028,95	2213,4
Февраль	–	1332,8	1499,40	1666,0	1832,60	1999,2
Март	–	1475,6	1660,05	1844,5	2028,95	2213,4
Апрель	–	1428,0	1606,50	1785,0	1963,50	2142,0
Май	–	1475,6	1660,05	1844,5	2028,95	2213,4
Июнь	–	1428,0	1606,50	1785,0	1963,50	2142,0
Июль	–	1475,6	1660,05	1844,5	2028,95	2213,4
Август	–	1475,6	1660,05	1844,5	2028,95	2213,1
Сентябрь	–	1428,0	1660,05	1785,0	1963,50	2142,0
Октябрь	–	1475,6	1660,05	1844,5	2028,95	2213,4
Ноябрь	–	1428,0	1606,50	1785,0	1963,50	2142,0
Декабрь	–	1475,6	1660,05	1844,5	2028,95	2213,4
Всего за год	$Q^Г_{АМС}, \text{м}^3$	17343	19545,75	21717,5	23889,25	26061

В таблице 7 представлен расчет затраченных водных ресурсов за год функционирования предприятия автомойки.

Таблица 7 – Расчет затраченных водных ресурсов за год функционирования предприятия автомойки

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$Q^Г_{сток}, \text{м}^3$	16740,12	18839,50	20931,91	23025,479	25119,19

Для расчета определения токсичных веществ в отстойнике и после фильтрации, используем следующий алгоритм.

«Содержание загрязнений в очищенной воде с автомоек для использования в оборотном цикле, согласно нормативным требованиям,

СанПиН, для мойки легковых автомобилей должно составлять для нефтепродуктов – 15 мг/л, для взвешенных веществ – 40 мг/л» [6].

«В сточных водах от мойки легковых автомобилей, для автотранспортных предприятий, содержание нефтепродуктов – 75 мг/л, а взвешенных веществ составляет 700 мг/л. В песколовке задерживается 30 % взвешенных веществ. В отстойниках концентрация снижается до 70 мг/л» [6].

По данные из таблицы 7, выполним расчет объема токсичных веществ в составе воды после фильтрования и вычислим процент качества очистки при помощи отстойника и песколовки.

В таблице 8 сведены результаты расчета.

Таблица 8 – Объем токсичных веществ, извлекаемых из сточной воды в отстойнике и песколовке

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$M^{Г}_{нес.}, T$	3,517	3,956	4,396	4,835	5,275
$M^{Г}_{очст.}, T$	7,033	7,913	8,791	9,671	10,550
$M^{Г}_{общ.}, T$	10,50	11,869	13,187	14,506	15,825

В таблице 9 сведены результаты расчетов извлекаемой массы токсичных веществ при фильтровании сточной воды. Исходя из данных определим соответствие качества очистки нормам ПДК для сброса воды в окружающую среду.

Таблица 9 – Объем извлекаемых фильтрованием токсичных веществ из сточной воды за год

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$M^{Г}_{сп.}, T$	1,088	1,223	1,361	1,499	1,632

В таблицу 10 сведены результаты расчетов годового объема очищенной воды на основании данных из таблиц 8 и 9.

Таблица 10 – Объём очищенной воды на очистных сооружениях за год

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$Q_{оч}^r, \text{м}^3$	16685,20	18772,54	20859,88	22947,27	25034621

Исходя из значений объема чистой воды, требуемого для мойки транспортного средства и объемом чистой воды, определим количество подпитки водными ресурсами системы рециклинга на предприятии.

Результаты расчетов приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Объём воды, затрачиваемый за год функционирования мойки, необходимый для восполнения системы

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$Q_{чв}^r, \text{м}^3$	668,79	773,20	857,61	941,97	1026,37

Определим количества токсичных веществ, содержащихся в воде из атмосферных осадков.

«В дождевых сточных водах при содержании взвешенных веществ 300-500 мг/л по и доочистке их до норм ПДК для последующего сброса в водоемы 5 мг/л их извлекаемые массы при очистке и фильтровании составят 0,151 и 0,226 т.» [6].

Объем токсичных веществ, содержащихся в сточных водах описан в таблице 12.

Таблица 12 – Объем токсичных веществ, содержащихся в сточных водах

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$t=7 \text{ ч } F=600 \text{ м}^2$					
$M_{общ}^r, \text{Т}$	11,739	13,243	14,699	16,147	17,609
$t=7 \text{ ч } F=900 \text{ м}^2$					
$M_{общ}^r, \text{Т}$	11,814	13,318	14,774	16,222	17,684

В таблице 13 указан общий объем токсичных веществ, который содержатся в сточных водах автомобильного предприятия.

Таблица 13 – Общий объем токсичных веществ, который содержится в сточных водах автомобильного предприятия.

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$M^{\Gamma}_{нт.,T}$	1,255	1,400	1,568	1,726	1,883

На территории автозаправочных станций, в составе сточных вод содержание токсичных веществ для сброса воды в окружающую среду превышает ПДК в 1400 раз, что составляет до 70 мг на 1 литр.

Зная объем сточных вод, вычислим процент содержания в них нефтепродуктов:

$$- F_{ЗМКА} = 600 \text{ м}^3, Q_{\text{стокатм}}^2 = 304,76 \text{ м}^3, M^{\Gamma}_H = 0,0213 \text{ т};$$

$$- F_{ЗМКА} = 900 \text{ м}^3, Q_{\text{стокатм}}^2 = 457,12 \text{ м}^3, M^{\Gamma}_H = 0,0320 \text{ т}.$$

В таблице 14 указан процент содержания в сточных водах нефтепродуктов.

Таблица 14 – Объем нефтепродуктов за год деятельности в сточных водах

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$t_{см} = 7 \text{ ч}, F_{ЗМКА} = 600 \text{ м}^3$					
$M^{\Gamma}_{общ.,T}$	1,276	1,421	1,589	1,747	1,904
$t_{см} = 7 \text{ ч}, F_{ЗМКА} = 900 \text{ м}^3$					
$M^{\Gamma}_{общ.,T}$	1,287	1,432	1,6	1,758	1,915

Исходя из расчетных данных о содержании взвешенных веществ и нефтепродуктов в сточных водах с МКА за год деятельности, учитывая различный режим работы и производительность оборудования, выполним расчет уменьшения ущерба при использовании рециклинга водных ресурсов на предприятии.

Для расчета ущерба, при сбросе токсичных веществ, используется следующая формула:

$$Y_{np.z}^{BB} = \Pi_{yy} \cdot k_{\text{э}} \cdot m_{\text{год}} \cdot k_{\text{эс}}, \quad (4)$$

«Где Π_{yy} – показатель удельного ущерба (цены загрязнений) водным ресурсам, наносимого единицей (тонна) приведенной массы загрязняющих веществ, 8500 руб/т;

$k_{\text{э}}$ – коэффициент относительной эколого-экономической опасности загрязняющих веществ, 0,15;

$m_{\text{год}}$ – фактическая масса годового не допущенного сброса в водный объект загрязняющего взвешенного вещества, 12 т;

$k_{\text{эс}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости водных ресурсов, 1,9» [16].

$$Y_{np.z}^{BB} = 8500 \cdot 0,15 \cdot 12 \cdot 1,9 = 29070 \text{ руб.}$$

При сбросе нефтесодержащих продуктов в водоем, ущерб составит:

$$Y_{np.z}^{HP} = \Pi_{yy} \cdot k_{\text{э}} \cdot m_{\text{год}} \cdot k_{\text{эс}}, \quad (5)$$

«Где Π_{yy} – показатель удельного ущерба (цены загрязнений) водным ресурсам, наносимого единицей (тонна) приведенной массы нефтепродуктов, при сбросе в водоемы с превышением ПДК принимается 27550 руб./т.

$k_{\text{э}}$ – коэффициент относительной эколого-экономической опасности загрязняющих веществ, 1,275;

$m_{\text{год}}$ – фактическая масса годового не допущенного сброса в водный объект загрязняющего взвешенного вещества, 20 т;

$k_{\text{эс}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости водных ресурсов, 1,9.» [21].

$$Y^{III}_{np.z} = 27550 \cdot 1,275 \cdot 20 \cdot 1,9 = 1334797,5 \text{ руб.}$$

Для определения ущерба, предотвращенного за размещение иловых отходов на площадках, используется следующая формула:

$$Y^0_{y.d.z} = Y^0_{y.d.} \cdot \sum M_{jk} \cdot K_j^0, \quad (6)$$

«Где $Y^0_{y.d.}$ – показатель удельного ущерба окружающей среде в результате размещения 1 т отходов 4 класса опасности, 135 руб./т;

M_{jk} – объем размещаемых отходов, в нашем случае принимаем равным, 10 т;

K_j^0 – коэффициент, учитывающий класс опасности, для 4-го класса равен 1» [21].

$$Y^0_{y.d.z} = 135 \cdot 1 \cdot 10 = 13500 \text{ руб.}$$

При отторжении земель, для хранения отходов, размер удельной платы рассчитаем по формуле:

$$Y^II_{y.d.} = H \cdot k_{\text{пон.}} \cdot K_u, \quad (7)$$

«Где H – норматив стоимости освоения новых земель, в соответствии с постановлением Правительства РФ от 27.11.95 г. № 1176 206 млн. руб./га;

$k_{\text{пон.}}$ - понижающий коэффициент, 0,1;

K_u – коэффициент индексации базовых нормативов платы» [31].

$$Y^II_{y.d.} = 206 \cdot 0,1 \cdot 1 = 20,6 \text{ млн. руб./га.}$$

Необходимо определить общую площадь отторженной земли под отстойник, иловую площадку и резервуар с водой для расчета величины платы. Проведем расчет по следующей формуле:

$$F_{\text{общ.}} = (f_{\text{рез}} + f_{\text{отст.}} + f_{\text{ил.п.}}) \cdot K_n, \text{ м}^2, \quad (8)$$

где $f_{\text{рез}}$, $f_{\text{отст.}}$, $f_{\text{ил.п.}}$ – Площадь, занимаемая отстойником, иловой площадкой и резервуаром;

K_n – коэффициент размещения отстойника, иловой площадки и резервуара принимаем равным 5.

«Резервуар резервной воды представляет собой конструкцию усеченного конуса, который опрокинут в железобетонный котлован и имеет глубину 2 м. Для варианта, рассматриваемого нами, объем воды максимально необходимый составит 46,29 м³. Если учитывать диаметр малого основания 1.6 м по рекомендации площадь резервуара в плане на поверхности, с учетом обваловки землей 1,5 м, составит 78,5 м², зеркальная площадь отстойника принята равной 20 м², при норме нагрузки активного ила и осадка смеси 2,5 м³ в год необходимая площадь для иловых площадок составит 5 м²» [18].

Рассчитаем площадь накопительной площадки, территории для отстойника и резервуара по следующей формуле:

$$F_{\text{общ.}} = (78,5 + 20 + 5) \cdot 5 = 103,5 \text{ м}^2, \quad (9)$$

Плату за отторжение земель, рассчитаем по данной формуле:

$$U_n^{\text{п}} = 16000 \cdot 0,0104 = 166,4 \text{ руб/га.}$$

Экономические и экологические показатели в сточных водах, содержащих токсичные вещества показаны в таблице 15.

Таблица 15 – Экономические и экологические показатели в сточных водах, содержащих токсичные вещества

Тип технологии	Стоимость природопользования, руб.			Итого, руб.	Предотвращенный ущерб, руб.
	Сброс в водоемы	Отходы	Отторжение территорий		
Очистка и доочистка на фильтрах с УСО	отсутствует	1584,76	166,4	1751,16	1335844,4

Выводы по шестой главе:

Произведен расчет экономического эффекта учитывая:

- бюджет при строительстве и стоимость содержания установок по очистке сточных вод;
- уменьшения объема затраченных ресурсов питьевой воды из водопровода, с целью мойки транспортных средств.
- уменьшения платы за ущерб, нанесенный природе.

Применение технологического процесса рециклинга водных ресурсов на автомойке, а также использование талых и ливневых вод, позволяет уменьшить затраты на воду с 1,3 млн. рублей до 0,3 млн. рублей в год. Исходя из расчетов, сокращение затрат в 1 млн. рублей в перерасчете на помытый автомобиль составит порядка 35 рублей.

Заключение

В данной магистерской диссертации был выполнен анализ и найдено оптимальное техническое решение по улучшению работы предприятия автомойки, путем введения технологии очистки водных ресурсов комплексом методов после использования и применения их повторно.

Отработана схема по очистке использованной воды, водоподготовки, рециклинга и стока воды.

Было определено, что применение технологического процесса рециклинга водных ресурсов на автомойке, а также использование талых и ливневых вод, позволяет уменьшить затраты на воду с 1,3 млн. рублей до 0,3 млн. рублей в год. Исходя из расчетов, сокращение затрат в 1 млн. рублей в перерасчете на помытый автомобиль составит порядка 35 рублей.

Для достижения заданной цели решены следующие задачи:

- проведен анализ технологии очистки отработанной воды на автомоечных предприятиях;
- проанализированы данные различных технологий очистки сточных вод на территории Российской Федерации, а также странах зарубежа;
- собраны данные по расходу водных ресурсов при мойке автомобиля существующей технологией;
- приведен список химических веществ, необходимых для осуществления качественного процесса мойки транспортного средства;
- проведен анализ системы снабжения и отведения вод, применяемых на моечных предприятиях и описаны требования к ним;
- составлена схема рециклинга водных ресурсов на предприятиях имеющих пост мойки транспортных средств;
- разработан технологический процесс удаления нефтепродуктов.

Список используемой литературы и используемых источников

1. А.с. России № 946603. Способ очистки воды от взвешенных веществ/А.М. Фоминых //2019. БИ № 28.
2. Афанасиков Ю.И. Проектирование моечного оборудования авторемонтных предприятий. М.: Транспорт, 2017. 174 с.
3. Барон С. Г. Опыт механизации майки автомобилей. М, ЦИНТИ машиностроения, 2019. 40 с.
4. Бертокс П., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнения: Пер. с англ. М.: Мир, 2019. 606 с.
5. Васильев Л.А., Васильева М.М. Математическое моделирование процессов очистки воды. Горький:ГТУ им. Лобачевского Н.И.,2020.79 с.
6. Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов / С. В. Яковлев и др. М: Стройиздат, 2017. 596 с.
7. Водоотводящие системы промышленных предприятий: Учебник для вузов / С. В. Яковлев и др. М.: Стройиздат, 2019. 511 с.
8. Глубокая очистка и повторное использование сточных вод: (обзор). - М.:ЦИНИС России, 2017. 64 с.
9. Давидович Л.Н. Проектирование предприятий автомобильного транспорта. М.: Транспорт, 2018. 391 с.
10. Дзюбенко В. Г., Кондрашов А. С. Мембранные технологии в программе «Чистая Вода» // Водоснабжение и канализация. 2018. № 1–2.
11. Жамская Н.Н., Талашкевич Е.А. Схема очистки технологических стоков. Рыбохозяйственные исследования океана: Сб. матер, науч. конф. Владивосток. 2019. 91 с.
12. Завьялов С.Н. Мойка автомобилей. Технология и оборудование. М.: Транспорт, 2017. 176 с.
13. Креймер Л.Л., Гершенков А.Ш., Герасимова Л.Н., Николаев А.И. Пигментные продукты из отходов очистки сточных вод производства цветных металлов // Наука и образование 2020. Матер. Всероссийской науч.-

техн. конф. Мурманск: МГТУ, 2020. 554 с.

14. Крылев А.О., Скрылева Т.Л., Колтыков Г.Н. Флотационная очистка сточных вод гальванических производств // Химия и технология воды. 2017. 532-536 с.

15. Кожинов В. Ф. Очистка питьевой и технической воды. М, Стройиздат, 2018. 271 с.

16. Козлов Ю.С. Очистка автомобилей при ремонте.- М.: Транспорт, 2018. 151 с.

17. Колесников В. А., Меньшутина Н. В. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод. М., 2020. 312 с.

18. Кузьмичев А.С. Исследование процессов мойки автомобилей струями воды: автореф. . канд. техн. наук.- Новочеркасск: НИИ, 2019. 26 с.

19. Лукиных Н. А. и др. Методы доочистки сточных вод. М: Стройиздат, 2018. 156 с.

20. Международный стандарт ISO 6107-8. Качество воды. Словарь. - Часть 8.

21. Моечно-очистная установка. Автомобильный транспорт. -М., 1965, Р II. 31-32 с.

22. Молодов П.В., Дмитриев В.Д., Кичигин В.И. Исследование состава воды после мойки автотранспорта и кинетика выпадения загрязнений. Строительство и архитектура. - Новосибирск: Известия ВУЗов, 2017. 200 с.

23. Молодов П.В., Дмитриев В.Д., Кичигин В.И. Исследование состава загрязнений снежного покрова на предприятиях Средне-Волжского транспортного управления /СВТУ/. В кн.: Исследования в области водоснабжения. - Л.: Межвуз. темат. сб. трудов ЛИСИ, 2018. 93-96 с.

24. Молоков М. В., Шифрин В. Н. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок. М.: Стройиздат, 2019-104 с.

25. Орлов В.А. Озонирование воды. М.: Стройиздат, 2020. 88 с.

26. Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. ОНТП-01-91. Минавтотранс РФСР. М., 2019.

91с.

27. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: Санитарные правила и нормы. М: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2020. 24 с.

28. Синечук Б.Д., Федорук Т.Я., Малько С.В., Абраменко И.В. Химия и технология воды. 2021,- т. 11, № 1. 48-53 с.

29. СНиП 2.04.02 84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

30. СНиП 2.04.03 85. Канализация. Наружные сети и сооружения.

31. Унифицированные методы анализа вод. Под ред. Лурье Ю.Ю. М.: изд. «Химия», 2019. 376 с.]

32. Caroline, P.T. Production of esters from grease trap waste lipids under supercritical conditions. / P.T. Caroline // Effect of water addition on ethanol. 2019. 19 -26 p.

33. Cristensen M.H. Biological denitrification of sewage: A literature review // Progr. Wat. Tech., Pergamon Press. 1977. 19-22 p.

34. Konig, R. Schmieretechnik / R. Konig. – Springer, 2019. 164 p.

35. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2020. 1024 p.

36. Philip M. Price. Warehouse Management and Inventory Control / Philip M. Price, N. J. Harrison. - Access Education; 2 editions. 2015. 278 p.

37. V. Chaturvedi, P. Verma. Microbial fuel cell: a green approach for the utilization of waste for the generation of bioelectricity / Chaturvedi V., Verma P. // Bioresources and Bioprocessing. 2019. 139 p.