

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 кафедры)

15.04.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки)

Эксплуатация транспортных средств

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Практическое применение технологии регенерации воды на посту

уборочно-моечных работ

Студент

А.И. Набокин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

руководитель

канд. техн. наук., доцент В.А. Ивлиев

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

Тольятти 2020

Содержание

Введение.....	4
1 Состояние вопроса	7
1.1 Очистка автомобилей и их составных частей.....	8
1.3 Классификация способов и методов очистки	12
1.4 Контроль качества уборочно-моечных работ.....	14
1.5 Способы экономии воды при уборочно-моечных работах	16
1.6 Исторический обзор и классификация моющих средств	18
1.7 Классификация современных моющих средств	21
2 Системы оборотного водоснабжения и очистки сточных вод при уборочно- моечных работах	24
3 Особенности доочистки сточных вод фильтрованием	28
3.1 Выбор технологии очистки в зависимости от состава сточных вод	28
3.2 Фильтры и технологии фильтрования сточных вод	32
3.3 Материалы для загрузки фильтров	37
4 Технологическая планировка поста мойки с системой бессточного водоснабжения.....	41
4.1 Предлагаемая схема регенерации стоков с поста мойки на автотранспортном предприятии.....	41
4.2 Организация моечно-очистных работ	43
4.3 Устройство и принцип работы очистных сооружений.....	46
4.4 Перспективная установка регенерации воды для высоконапорных аппаратов	47
4.5 Технологический процесс очистки сточных вод.....	48
5 Разработка ресурсосберегающей технологии регенерации, удаления и утилизации стоков с постов мойки	52
5.1 Проектирование технологических процессов очистки сточных вод	53
5.2 Схема технологического процесса регенерации отходов очистки.....	54

5.3 Схема технологического процесса удаления и утилизации отходов очистки.....	56
6 Технико-экономическая целесообразность очистки сточных вод на посту мойки многократного использования	59
Заключение	70
Список используемой литературы и используемых источников.....	71

Введение

Рост автомобилизации в Российской Федерации происходит из-за постоянного производства отечественных автомобилей и импорта иностранных автомобилей.

Согласно данным [2] к началу 2020 года парк легковых автомобилей в России составил 60,5 млн. единиц. По данным ведомства, в 2019 году жители страны приобрели автомобилей больше на 1,3 %, чем годом раньше.

В 2020 г. продажи новых легковых автомобилей в России могут вырасти на 0,5 % и составить 1,68 млн. шт. в оптимистичном сценарии.

В базовом сценарии ожидается снижение продаж на уровне 2 % и достигнуть 1,64 млн. шт.

Для первого полугодия актуален базовый сценарий (снижение на 1,9 %).

Реализация сценария будет зависеть преимущественно от макроэкономической конъюнктуры.

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

- ухудшение макроэкономической ситуации и увеличение волатильности национальной валюты в случае введения новых санкций;
- экономические последствия сокращения государственной поддержки автопромышленности.

Рост автомобилизации создает целый ряд проблем, одной из которых является проблема рационального использования воды на автомобильных предприятиях, хозяйствах, а также в организациях в сфере автомобильного сервиса.

«Как известно, хозяйственно-питьевая вода проходит дорогостоящую обработку на водопроводных станциях при заборе ее из открытых водоемов или забирается с большими затратами из подземных источников» [1].

Под рациональным использованием воды для мойки автомобилей подразумевается, во-первых, исключение расхода воды без производственной необходимости, а во-вторых, рециклинг воды после прохождения соответствующих процедур очистки.

На сегодняшний день актуальным стал вопрос эффективности очистки сточных вод при осуществлении мойки автомобильной техники. Необходимо учитывать при проведении операции очистки (помывки техники водой) не только очистку от нефтепродуктов, а это всевозможное дизельное топливо, керосин, бензин, газообразное топлива, масло, мазут и так далее, но и химические реагенты, которые, вступив в реакцию с перечисленными веществами, производят очистку. Таким образом, очистка сточных вод должна включать в себя очистку от нефтепродуктов и очистку от химических реагентов.

Нефтепродукты, разнообразные моющие средства представляют большую опасность для водоемов, подземных вод и почв, которые при попадании в воду образуют на поверхности воды нефтяную пленку и (или) обильную пену (моющие средства), которые препятствует поступлению кислорода в воду, что приводит к гибели обитателей водоемов.

Цель и задачи исследования.

Цель выпускной квалификационной работы – выбор оптимального технического решения по проектированию автомойки специализированной техники с последующим очищением сточной воды для достижения максимальной степени ее очистки.

В данной работе рассматриваются существующие технические решения по очистке сточных вод в главе, посвященной обзору литературы, приводится характеристика объекта исследования и методы, разрабатывается техническое решение по очистке сточных вод в расчетно-аналитической части данной выпускной квалификационной работы, производится экономическая оценка эффективности рассматриваемого решения в разделе

финансовый менеджмент и рассматриваются вопросы социальной ответственности

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- рассмотреть вопросы, касающиеся организации очистки автомобилей и их составных частей;
- предложить технологическую схему локальной очистки вод уборочно-моечного комплекса и дать ее эколого-экономическую оценку.

Научная новизна работы заключается в выполнении эколого-экономического обоснования водного комплекса уборочно-моечных работ.

Выпускная квалификационная работа магистра состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников на 73 страницах пояснительной записки, а также 11 рисунков, 15 таблиц, 31 источника.

1 Состояние вопроса

По мере развития цивилизации растет угроза экологической безопасности для всей планеты. В частности, это касается загрязнения водных источников. Последствия загрязнения воды могут быть катастрофическими для всего человечества. По мере возрастания прогресса число потребностей человека увеличивается, и полностью удовлетворить их возможно только увеличив объемы промышленного производства. Именно промышленные отходы и вызывают такие серьезные последствия, поскольку современное состояние очистительных сооружений имеет неудовлетворительное состояние, либо отсутствуют необходимые системы промышленной очистки воды.

«Сточная канализационная вода является основным источником патогенных заражений. Встречаются случаи, когда человек даже не подозревает о своей болезни. Если происходит загрязнение питьевой воды, источников пищи или мест купания канализационными стоками, то заражается множество людей. Иногда болезнетворные бактерии передаются по пищевой цепочке от морских обитателей.

Патогенный организм в среднем живет только сутки вне хозяина. Развитие инфекционного заболевания зависит от их численности. При незначительной плотности перенос и передача инфекции незначителен. В густонаселенных городах люди подвержены большему риску.

Органические составляющие в канализационной воде потребляются микроорганизмами, которые для дыхания используют кислород, растворенный в воде. Большое количество организмов не дает восполняться кислороду естественным путем. Для бактерий кислород не так важен, так как они способны к анаэробному дыханию, брожению. Погибают существа, которые без кислорода не могут существовать.

Увеличивается риск микробного заражения: анаэробная среда благоприятна для многих патогенных организмов» [3].

1.1 Очистка автомобилей и их составных частей

На специализированных ремонтных предприятиях и заводах можно наиболее полно проводить моечно-очистные работы в соответствии с принципами многостадийной очистки.

Процесс очистки ремонтируемых объектов условно можно разложить на семь стадий.

На первой стадии проводят наружную очистку машин со сливом отработанных масел из полостей картеров двигателей, коробок передач и других агрегатов на моечных установках ОМ-1438А, ОМ-8036М с применением в качестве моющей жидкости чистой воды или раствора Лабомид-101 малой концентрации. Иногда для наружной очистки применяют моечные установки погружного типа.

Вторая стадия очистка агрегатов, ее выполняют на моечных машинах (ОМ-837Г, ОМ-1366Г и др.), где наряду с наружными промывают и внутренние поверхности картеров. На этой стадии удаляемые отложения сильно загрязняют моющую жидкость, для приготовления которой применяют высокоэффективные препараты СМС технического назначения (МС, Лабомид средней концентрации).

Третья стадия очистка сборочных единиц и деталей, ее проводят на камерных проходных машинах (ОМ-4267, ОМ-9313 и др.). В качестве моющей жидкости применяют водные растворы моющих средств типа МС и Лабомид.

Четвертая стадия специальная очистка деталей, ее осуществляют на моечных установках различных конструкций в зависимости от характера загрязнений. На четвертой стадии приходится очищать поверхности с трудноудаляемыми загрязнениями: нагаром, накипью, продуктами коррозии.

Пятая стадия очистка деталей после их восстановления для удаления технологических загрязнений (стружка, абразив, шлаки, притирочные пасты

и так далее) Пятую стадию очистки выполняют на моечных машинах струйного или погружного типа.

Шестая стадия мойка деталей и сборочных единиц непосредственно перед сборкой агрегатов, ее проводят на постах сборки в моечных установках струйного или погружного типа.

Седьмая стадия обезжиривание поверхностей перед окраской. От выполнения этой операции зависит товарный вид отремонтированных деталей, узлов, агрегатов.

Рабочие места по выполнению очистных операций, согласно принятой схеме ТП, комплектуются соответственно моечными машинами и установками. Исходными данными для их обоснованного выбора являются тип производства, состав и свойства загрязнений, масса и габариты объектов очистки, годовая программа предприятия, энергоемкость процессов очистки, экологическая безопасность.

Загрязнения делятся на эксплуатационные, возникновение которых связано с эксплуатацией автомобилей, и технологические, образующиеся в процессе ремонта автомобилей (рисунок 1).

Так как загрязнения отрицательно влияют на эксплуатационные характеристики, качество технического обслуживания и ремонта, санитарно-гигиенические условия труда, возникает необходимость в периодической очистке автомобилей в целом или отдельных его узлов при точечном ремонте.

Очистка заключается в удалении с наружных и внутренних элементов автомобиля, а также его составных частей, чтобы оставшиеся загрязнения не препятствовали выполнению операций ремонта.

В таблицах 1, 2 представлены классификации и характеристика дорожных и производственных загрязнений автомобильной техники, а также сложных физико-химических превращений.



Рисунок 1 – Классификация видов загрязнений

«Объекты очистки характеризуются следующими основными параметрами:

- составом, количеством и свойствами находящихся на их поверхностях загрязнений;
- коэффициентом рельефности, взаимной экранизацией поверхностей;
- массой и габаритными размерами;
- составом, свойствами материалов, из которых они изготовлены;
- температурой до начала процесса очистки» [3].

Таблица 1 – Классификации и характеристика дорожных и производственных загрязнений автомобильной техники

Параметры загрязнений	Дорожные и производственные отложения, остатки эксплуатационных материалов						
	Пылегрязевые	Остатки перевозимых грузов	Остатки масел двигателей	Остатки трансмиссионных масел и смазочных материалов	Остатки пластичных смазочных материалов	Остатки консервационных смазочных материалов	Маслогрязевые
Группа загрязнения	1	2	3	4	5	6	7
Площадь загрязнений, %: – двигателей; – автомобилей.	5-10 5-12	– До 15	12-24 10-15	– 10-25	– 6-10	– До 6	75-80 55-60
Толщина слоя загрязнений, мм	0,5-10	До 60	0,5-10	0,1-10	0,1-12	0,1-2,0	0,5-15
Масса загрязнений на, кг: – двигателях; – автомобилях	0,2-1,0 5-20	– 4-50	до 3 до 3	– 3-4	– До 4	До 1 1,0-2.0	1,5-2,5 3-12
Адгезия к металлической поверхности	0,05-0,2	0,5-20	0,5-3	0,1-1,0	–	–	0,1-1,5
Поверхностная плотность, кг/м ²	1400-2400	1200-2400	900-950	900-950	–	–	1100-1800
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	Бетон, асфальт, цемент	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 – Классификации и характеристика сложных физико-химических превращений

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

1.3 Классификация способов и методов очистки

Методы очистки разделяют на:

- механические, которые основываются на удалении загрязнений путем приложения к ним нормальных и тангенциальных сил воздействия;

- физико-химические, которые удаляют или преобразовывают загрязнений за счет молекулярных превращений, растворения, образования суспензий и так далее;
- биологические, которые не нашли применения в настоящее время (в дальнейшем не рассматривается).

На рисунке 2 представлена классификация механических методов очистки.

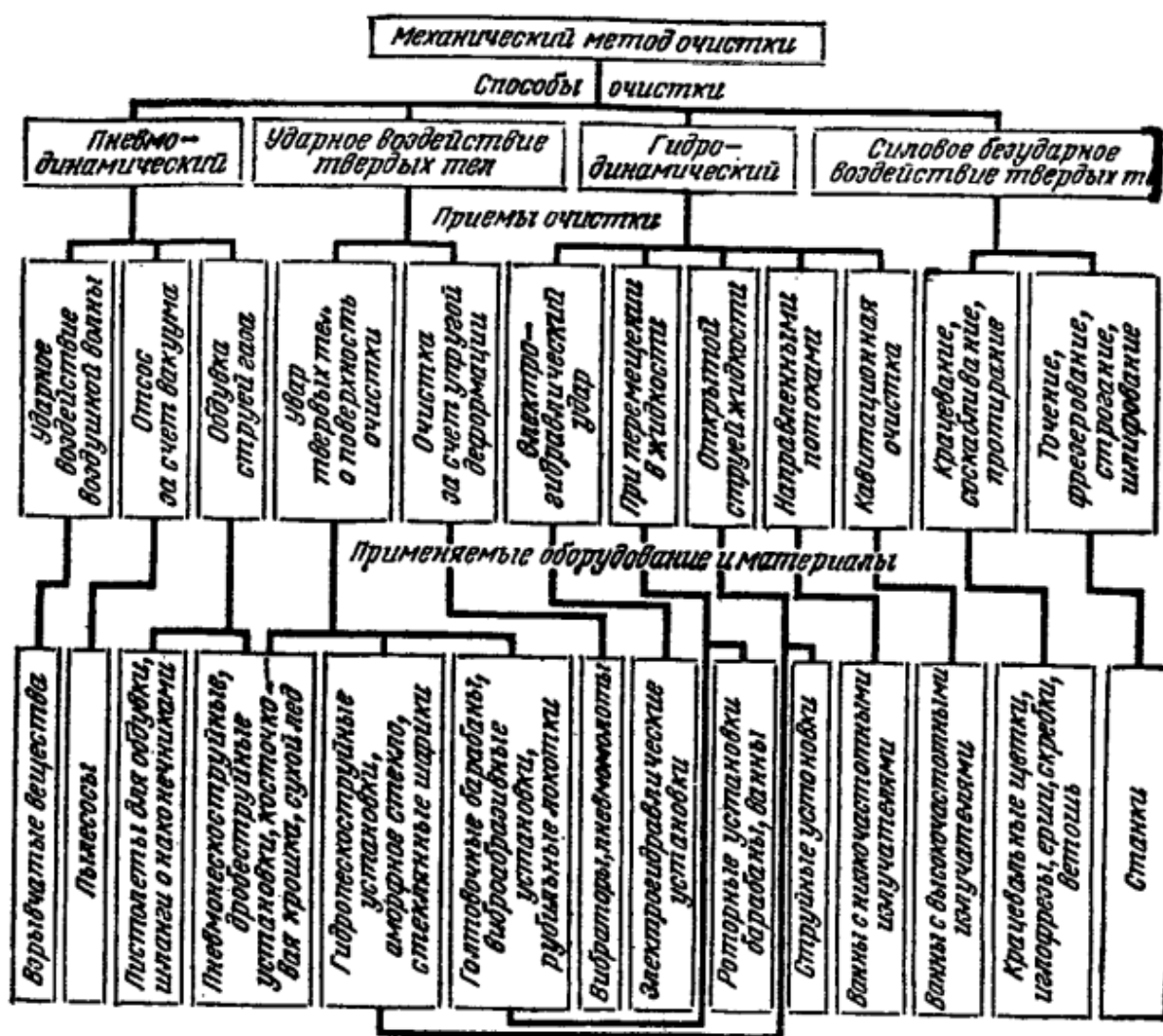


Рисунок 2 – Классификация механических методов очистки

На рисунке 3 представлена классификация физико-химических методов очистки.

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

Таблица 3 – Основные способы контроля качества очистки

Визуальный	Весовой	Люминесцентный
– протирание определенных участков, в соответствии с технологическими инструкциями при помощи белой салфетки или бумаги с последующим сравнением загрязненности салфетки с условной шкалой, имеющей, градацию; – накладывание лейкопластыря на определенный участок поверхности с условной шкалой, имеющей, градацию; – прямое визуальное сравнение загрязненности участков очищаемых поверхностей с условной шкалой, имеющей, градацию.	– «сбор загрязнений с определенных участков объекта очистки, оговоренных технологическими инструкциями, путем экстрагирования (извлечения) растворителями с последующим отделением загрязнений от растворителя и взвешиванием их; – сбор загрязнений с определенной площади путем протирания предварительно взвешенной салфеткой с последующим взвешиванием ее; – сбор загрязнений соскабливанием их с определенной площади с взвешиванием» [4].	Измерения производят с помощью прибора ПЛКД-2, позволяющего определять остаточную загрязненность нефтепродуктами в диапазоне 0,0005-0,05 мг/см², или прибором КСО. Люминесцентный способ не позволяет определить остаточную загрязненность поверхностей другими отложениями, кроме маслянистых, поэтому не является универсальным. Он используется чаще всего в лабораторных условиях для контроля поверхностей, подготовленных к нанесению металлических покрытий

Также существуют другие способы контроля:

- радиоактивными изотопами;
- измерением краевого угла смачивания (по форме капли воды), не нашедшие широкого применения и используются чаще всего при выполнении научно-исследовательских работ.

Детали, поступающие на дефектацию, должны иметь остаточную загрязненность не более:

- при шероховатости поверхности до 20 мкм – 1,25 мг/см², что соответственно равно 7 баллам по шкале системы оценки качества очистки;

- при шероховатости поверхности 20-6,3 мкм – 0,70 мг/см², что соответственно равно 8 баллам по шкале системы оценки качества очистки;
- при шероховатости поверхности 6,3-0,8 мкм – 0,25 мг/см², что соответственно равно 9 баллам по шкале системы оценки качества очистки.

Такая степень очистки обеспечивает полное отсутствие загрязнения рабочих мест, а также рук и одежды рабочих и гарантирует возможность выполнения ремонта с высоким качеством и высокой производительностью труда. Требования к качеству очистки поверхности при подготовке к окраске и методика определения изложены в ГОСТ 9.402-80 (СТ СЭВ 5732-86). Для обеспечения хорошей адгезии лакокрасочных покрытий допустимая загрязненность маслом не должна превышать 0,05 мг/см². Достижение качественной очистки обусловлено не только конструкцией применяемого оборудования, но и правильным построением и соблюдением технологического процесса очистки.

1.5 Способы экономии воды при уборочно-моечных работах

Рациональная организация механизированной мойки автомобилей в автотранспортных предприятиях, хозяйствах и специализированных станциях по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей (грузовых, пассажирских, легковых и других видов техники) связана с постоянными способами снижения расхода воды.

Экспериментально установлено [4], что расход воды на мойку одного грузового автомобиля при давлении потока воды в 1,5-2,0 МПа составляет порядка 200-250 л, а при снижении давлении потока воды, ее расход может увеличиться в 2-3 раза.

Поиск различных мер по снижению расхода воды и при этом улучшению качества мойки автомобильной техники, привел к разработке

технологии рециклинга и к применению различных моющих средств, применение которых позволяет снизить расход воды в 1,5-2 раза.

«Первостепенное значение в уменьшении расходования воды на промышленные нужды приобретает система рециклинга (оборотное водоснабжение). Потребность в экономии воды в народном хозяйстве, за счет оборотного водоснабжения, в связи с постоянным ростом цен на нее будет только расти. В связи с этим всем автотранспортным предприятиям, станциям технического обслуживания, частным комплексам по обслуживанию и мойке автомобилей, необходимо решать задачи по применению рециклинга воды.

Определяя пути экономии воды при мойке автомобилей, необходимо ориентироваться на снижение удельного расхода воды в расчете на мойку одного автомобиля. Этот показатель в нашей стране остается пока довольно высоким. Ежегодное пополнение автомобильного парка происходит быстрыми темпами. Такое положение приводит к увеличению потребления воды на мойку автомобилей и другие технологические нужды на автотранспортных предприятиях, станциях технического обслуживания, заправочно-моечных комплексах.

Строительство систем оборотного водоснабжения и очистных сооружений требует больших капиталовложений, так как требуются большие емкости для отстоя воды после мойки автомобилей и, соответственно, - более мощное оборудование. Увеличиваются и затраты на эксплуатацию таких систем» [3].

Проблему по очистке стоков на станциях технического обслуживания автомобилей (далее – СТОА), а также моечных комплексов автомобилей (далее – МКА) можно решить развивая следующие направления:

- «совершенствование технологических процессов очистки автомобилей в условиях эксплуатации;
- создание средств технологического оснащения, способных эффективно использовать воду, химические вещества,

регенерировать растворы для многократного применения, без сброса отходов в окружающую среду или при сокращении объема сброса до возможных минимальных пределов;

- создание замкнутых бессточных систем водопользования с последовательным использованием воды в разных технологических процессах» [3].

Наибольшую перспективу имеет создание замкнутых систем многократного повторного водопользования, основой для выбора схем которых должны быть:

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

1.6 Исторический обзор и классификация моющих средств

Первые моющие средства были получены французским химиком Э. Фреми в 1831 г. путем действия серной кислоты на оливковое и миндальное масло. Тремя годами позже Рунге обнаружил, что после нейтрализации полученный продукт мог с успехом использоваться при крашении тканей. В 1875 г. аналогичной обработке было подвергнуто касторовое масло, и полученный при этом продукт, обладавший смачивающим действием, оказался особенно эффективным при ализариновом крашении, широко применявшемся в XIX в., и поэтому получил название ализаринового масла.

«Мыло было и остается до сих пор одним из лучших и самых дешевых детергентов. Однако оно имеет ряд недостатков, препятствующих универсальному его применению. Так как мыло представляет собой соль сильного основания и нерастворимой в воде слабой жирной кислоты, его нельзя применять при pH значительно ниже 8 из-за выпадения осадка

жирной кислоты. В жесткой воде, содержащей ионы кальция и магния, выпадают соответствующие соли жирных кислот в виде нерастворимых мыл, которые прилипают к любой поверхности. На волосах при этом образуется тусклая пленка, портящая их естественный блеск, а ткани становятся жесткими, что может мешать процессу крашения. Действие серной кислоты на жирные спирты и глицериды приводит к получению растворимых соединений с длинной углеводородной цепью, содержащих сульфатную группу. Под термином «синтетическое моющее средство» или «синдет» (синтетический детергент) подразумеваются продукты, обладающие пенообразующей и моющей активностью мыла без присущих ему недостатков – нерастворимости в разбавленных кислотах или жесткой воде» [6].

«В 1898 г. Твитчелл получил патент (пат. США 601603) на производство натриевых солей нефтяных сульфокислот, позже получивших название нефтяного или зеленого мыла. В это же время появилось упоминание о сульфировании цетилового спирта из спермацетового масла для применения в качестве моющего средства в текстильной промышленности, а в 1913 г. бельгийский химик Рейхлер впервые получил ряд чистых поверхностно-активных веществ, свойства которых оказались очень близкими к свойствам мыла. Наиболее важным из них оказался цетилсульфонат натрия.

В 1916 г. ввиду нехватки натуральных масел в Германии во время первой мировой войны была синтезирована натриевая соль диизопропилиафталинсульфокислоты (герм. пат. 336558) и получены большие количества этого продукта, названного некал А, для замены мыла. Продукт, полученный при алкилировании бутиловым спиртом, был назван некал ВХ» [7].

Примерно в 1925 г. фирма I.G. Farbenindustrie выпустила амидное моющее средство игепон «Т». Затем в промышленности были использованы

спирты, получающиеся гидрированием жирных кислот под высоким давлением над медными и хромовыми катализаторами (рисунок 4).



Рисунок 4 – Производство мыла

«В 1930-1940 гг. крупные американские фирмы начали выпускать синтетические моющие средства (например, дрен, дрефт и вель). Позднее появился накконал, являющийся алкиларил-сульфонатом, за ним последовали сульфированные замещенные амиды. К 1940 г. общая выработка моющих средств достигла примерно 45,5 тыс. т в год, причем половина приходилась на дешевый алкиларилсульфонат» [7].

Во время второй мировой войны была большая потребность в моющих средствах различных видов, свойств и характеристик, и к 1944 г. производство моющих средств достигло 160 тыс. т.» [8].

Это в определенной степени зависело от того, что расход жиров на мыло был гораздо выше, чем на синтетические моющие средства. Так, к примеру, 100 кг жира могут дать 110 кг – 88% мыла, в то время как то же количество жира даст 400 кг – 35% активного моющего средства.

В Германии во время войны выработка моющих средств в 1944 г. составляла 195 тыс. т. Это были препараты, главным образом, алифатических

сульфонатов типа мерзолит, получаемые по оригинальному патенту Кортеса Ф. Рида (пат. США 2046090).

До 1950 г. доступные домашней хозяйке синтетические моющие средства в Англии годились только для стирки слегка загрязненного белья. Лишь в 1950 г. она впервые смогла приобрести средства, способные при стирке сильно загрязненной одежды соперничать с мылом.

В 1955 г. синтетические моющие средства составляли половину моющих порошков, выпускаемых в стране.

1.7 Классификация современных моющих средств

Моющие средства можно классифицировать следующим образом (таблица 4).

Таблица 4 – Классификация моющих средств

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

Действие моющего средства можно отчасти понять, рассмотрев структуру его молекулы. Моющее средство применяется против совершенно

различных по своей природе загрязнений на одежде, например пота, сажи, смазочных масел, фруктовых соков, соусов, яичного белка и так далее. Разносторонность действия моющих средств можно объяснить тем, что их молекулы состоят из длинной жирорастворимой (лиофильной) цепи, связанной на конце с водорастворимой (гидрофильной) группой. В растворе молекула может ионизировать таким образом, что отрицательный заряд будет нести гидрофильная группа. К этому типу принадлежат анионоактивные детергенты, включая мыло. Если заряд положительный, то моющее средство катионоактивного типа. Неионогенный тип вообще не ионизирует. Четвертый тип – амфотерный – имеет заряд, изменяющийся вместе с изменением pH раствора.

Пользуясь этой классификацией, надо иметь в виду, что в каждом классе возможно множество вариантов и число их постоянно растет.

Выводы по первому разделу.

Рассмотрев первый раздел, можно сделать следующие выводы:

- основными загрязнителями сточных вод от поста уборочно-моечных работ автомобилей являются взвешенные частицы и нефтепродукты;
- сброс неочищенных от поста уборочно-моечных работ вод недопустим;
- использование в системе оборотного водоснабжения поста уборочно-моечных работ различных автошампуней и воскоподобных составов приводит к порче воды, которая становится непригодной для повторного использования, а сброс ее с очистных сооружений требует ее очистки до норм приема в систему водоотведения, то есть дополнительных экономических затрат;
- рассмотрена история возникновения моющих средств развития и классификация моющих средств, применяемые современные составы и перспективы развития.

Синтетические моющие средства, повсеместно используемые при уборочно-моечных работах автомобилей, угнетают деятельность микроорганизмов и разрушают органические вещества, и не поддаются естественному биологическому разложению.

Специфические физико-химические свойства поверхностно-активных веществ сильно затрудняют известные методы химической и биологической очистки стоков. Наиболее высокие концентрации синтетических поверхностно-активных веществ наблюдаются в сточных водах от процессов стирки и мойки различных изделий, прачечных, красильно-отделочных производств, автомоек. Причем в состав этих сточных вод входят анионоактивные и неионогенные поверхностно-активные вещества, наиболее трудно поддающиеся естественному биохимическому разложению.

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

«В подавляющем большинстве автомойки в системе автомобильного транспорта и автосервиса имеют свои локальные сооружения по очистке сточных вод. И только в крупных промышленных городах могут иметь место групповые очистные сооружения, на которых очищаются сточные и ливневые воды, поступающие от нескольких предприятий.

Локальные очистные сооружения по очистке сточных вод от автомоек включают в себя, как правило, сборник-резервуар сточной воды, фильтры очистки от взвешенных частиц и нефтепродуктов, куда из сборника-резервуара вода подается насосами. После фильтрования очищенная вода поступает в сборник чистой воды, откуда насосами подается на автомойку» [12].

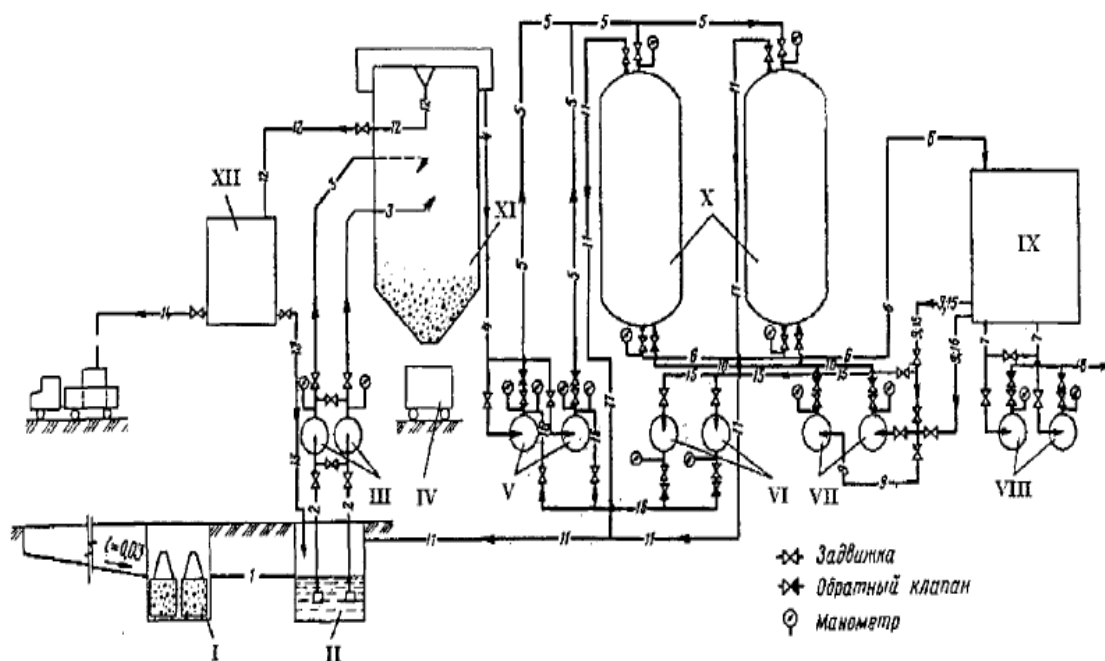
Система оборотного водоснабжения на автомобильных мойках, применяемых в автотранспортных предприятиях, хозяйствах и организаций, осуществляющих обслуживание автомобилей, организуется в соответствии со схемой, представленной на рисунке 5.

«По такой схеме загрязненная вода поступает в резервуар сточных вод. Когда уровень воды в резервуаре достигнет среднего датчика сигнализатора уровня, автоматически включается насос 2. Далее вода под давлением 0,2-0,25 МПа поступает по трубопроводам в фильтр 3, после фильтрования из фильтра вода поступает в блок 5 вторичной очистки от нефтепродуктов, откуда она направляется в сборник-резервуар чистой воды.

Осадок в виде песка, ила оседает в конусной части фильтра 3, из которого он периодически удаляется в бункер-сборник 8 осадка.

В камере грубой очистки воды происходит коалесценция (укрупнение частиц) эмульсии и образование слоя нефтеотходов. Ускорение сброса нефтеотходов с поверхности воды осуществляется путем подачи сжатого воздуха.

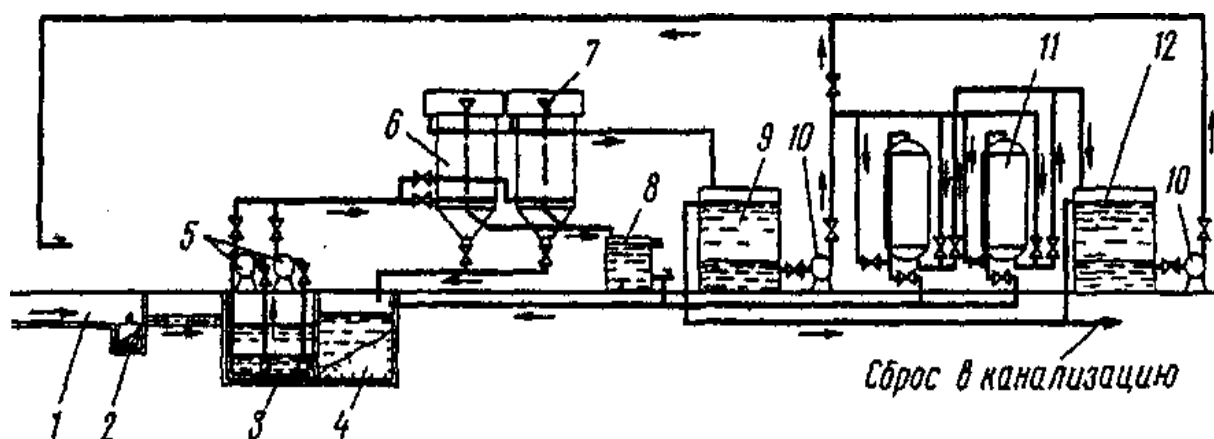
- фильтры напорные;
- резервуар очищенной воды;
- насосная станция обратного водоснабжения;
- бак для сбора нефтепродуктов;
- передвижной контейнер для осадка;
- насосная станция гидроуплотнения сальников;
- насосная станция для промывки фильтров» [12].



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 насос
 гидроуплотнения

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

Очистные сооружения для очистки сточных вод от автомоек на безнапорных гидроциклонах в комплексе с системой обратного водоснабжения широко используются в настоящее время в разных автотранспортных предприятий (рисунок 7).



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:

- применение систем оборотного водоснабжения позволяет снизить водопотребление до 90%, остальные 10% – это безвозвратные потери, которые восполняются в процессе работы;
- исключена возможность загрязнения сточными водами почвы и водоемов, а соответственно, не наносится вреда окружающей среде;
- системы оборотного водоснабжения позволяют минимизировать плату за водопользование, уберечься от штрафов, которые предъявляются предприятиям за превышение в стоках концентрации вредных веществ. Именно в этом и заключается экономический эффект;
- использованная вода, прошедшая через установку оборотного водоснабжения, готова к повторному применению и не требует дополнительной очистки. Хотя, при большом потоке транспорта – особенно грузового транспорта, может производиться биологическая или реагентная доочистка.

3 Особенности доочистки сточных вод фильтрованием

Проблема очистки и доочистки сточных вод при создании и разработке новых методов, технологий и устройств очистных сооружений, позволяющих очищать сточные воды, более эффективно, быстро, с небольшими затратами, становится все более актуальной задачей.

Эта проблема стала сейчас особенно актуальной при создании и ввода в эксплуатацию оборотных систем и при сбросе очищенных сточных вод в водоемы и на прилегающий ландшафт с территорий автотранспортных предприятий, хозяйства и так далее.

3.1 Выбор технологии очистки в зависимости от состава сточных вод

«Существующими в нашей стране нормативными документами установлены нормы на качество очищаемой сточной воды перед сбросом в водоемы. Невыполнение этих норм водопользователями приводит к тому, что в многочисленных водоемах, особенно вблизи населенных пунктов, промышленных и транспортных объектов нарушается сложившееся биохимическое равновесие и резко ухудшает качество воды. СанПиН устанавливает более жесткие нормы по очистке сточных вод для наиболее высоких категорий водопользователей, таких, например, как рыбохозяйственные водоемы первой категории. Такие же нормы следует относить и к качеству очищенной сточной воды, для ее повторного использования в таких, например, технологических процессах на транспорте, как наружная мойка легковых автомобилей и влажная уборка салонов легковых автомобилей и автобусов.

Для доочистки сточных вод малых промышленных производств, автотранспортных предприятий, отдельно расположенных АЗС или в комплексе с мойкой автомобилей использование прудов-отстойников

нецелесообразно, поскольку для их размещения требуется отторжение значительных площадей и, следовательно, большие затраты. В этих случаях для доочистки применяются фильтры разных конструкций с различными фильтрующими загрузками. Особую актуальность приобретает применение фильтров для очистки и доочистки сточных вод на объектах автотранспортного сервиса, строительство которых приобрело в последнее время широкий размах, как в населенных пунктах, так и на автодорогах разного значения вдали от городских очистных сооружений» [12, 14].

Состав атмосферных сточных вод с территории и строений МКА представлены в таблице 5.

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.								

«В соответствии с современными представлениями о технологии очистки вод совокупно условиям компактности, управляемости, эффективности и экономичности отвечает процесс фильтрования с предварительной обработкой реагентами. При этом предпочтение отдается загрузкам, обладающим полифункциональным действием: механическим, химическим и физико-химическим. Недостаточность информации в

литературных источниках по очистке вод в мойках отечественного автосервиса, на наш взгляд, является причиной ограниченного использования оборотного водоснабжения.

Полифункциональным действием обладают фильтрующие загрузки, содержащие в своем составе оксиды переходных металлов и углерод, способствующие протеканию сорбционных и каталитических взаимодействий при очистке вод, содержащих растворенные, коллоидные и механические загрязнения, одновременно присутствующие в сточных водах МКА.

Учитывая периодичность режима работы моек, неквалифицированный обслуживающий персонал и тому подобное, к фильтрам очистки вод МКА предъявляются особые требования: недорогая фильтрующая загрузка, обладающая электропроводностью и способная образовывать гальвано пары с вносимыми специально материалами противоположного заряда, и обеспечивать протекание окислительно-восстановительных реакций, мицеллообразование и сорбцию непосредственно в теле загрузки. Этим дополнительным требованиям отвечают антрацит, отходы производства электродов и резины (например, дробленые автошины). На базе углерода и серы, входящих в них, в точках контакта материалов разноименных зарядов загрузки, протекают реакции, инициированные электрохимическим взаимодействием» [14, 16].

«Из существующих в настоящее время технологий естественной и искусственной доочистки сточных вод для объектов автотранспортного сервиса предпочтительно использовать искусственные. К ним относится доочистка сточных вод на фильтрах различной конструкции, в которых фильтрующая загрузка может быть как из природных, так и из искусственных материалов» [15].

«Существующий опыт фильтрования природных вод в хозяйственно-питьевой и промышленной подготовке. Опыт фильтрования сточных вод в разных видах промышленности, к сожалению, не может быть применен без

экспериментальных исследований для доочистки сточных вод с предприятий автосервиса и, прежде всего с моечных комплексов, ввиду существенных отличий по характеру загрязнений и по режиму работы в течение часа, суток, месяца, сезона и так далее. Эти особенности объясняют и подчеркивают фундаментальную разницу в процессах очистки. Однако использование теории и практического опыта известных технологий фильтрования, как аналогов, позволяет при доочистке на фильтрах сточных вод МКА значительно уменьшить объем исследований и сократить время на внедрение разработок в производство» [16].

«В практике водообработки в настоящее время применяются фильтры, которые отличаются друг от друга, как конструкцией, так и процессами очистки. Существуют фильтры, у которых фильтрование очищаемой воды ведется как в восходящих, так и в нисходящих потоках, с радиальным и с последовательным движением, фильтры с медленными скоростями фильтрования – до 1 м/ч, скорые – до 12 м/ч, скоростные – до 20 м/ч и сверхскоростные – до 50 м/ч» [26, 27], а также фильтры, отличающиеся особенностями сборно-распределительных систем и материалом корпусов.

Существует многообразие фильтров, имеющих разные материалы фильтрующей загрузки: песок, горные породы, шлаки, горелые породы, керамзит, туфы, антрацит, дробленный горный хрусталь, синтетические материалы. Общее требование к материалам фильтрующей загрузки их прочностные, механические и химические характеристики, и включение их в «Перечень Минздрава РФ материалов и малогабаритных материалов водоснабжения» [27, 28].

«Некоторые фильтрующие материалы могут обладать каталитическими свойствами, ускоряя при этом химическое восстановление атомарного кислорода на своей поверхности и сопряженно окисляя восстановленные ионы и молекулы загрязняющих веществ сточных вод. Такой способностью к катализу обладают оксиды и комплексы переходных металлов и в меньшей степени углерод различной степени метаморфизма. Для доочистки СВ,

исходя из стоимости, более предпочтительной загрузкой могут быть углеродосодержащие отходы (УСО) или антрацит.

Применение антрацитовых загрузок в очистке вод хозяйственного назначения оправдано меньшим поступлением в воду силикатов (в сравнении с песчаными загрузками), увеличением загрязненности фильтров и времени фильтроциклов, так как антрацитовая загрузка применяется в качестве второго верхнего слоя. Снижаются и эксплуатационные затраты. Следует, однако, отметить, что меньшая плотность антрацита по сравнению с песком, приводит к его вымыву при обратной промывке, а также дефицит требуемых фракций пока сдерживают его распространение в качестве фильтрующей загрузки» [17].

«С началом промышленного производства антрацитов необходимых фракций, применяемых в процессах очистки вод, на шахте «Обуховская» в Ростовской области, которые по заключению Государственного Центра санитарно-эпидемиологического надзора отвечают всем необходимым гигиеническим требованиям, стал проявляться к ним большой интерес эксплуатационников очистных сооружений и исследователей» [24].

3.2 Фильтры и технологии фильтрования сточных вод

«Наибольшее применение получили разнообразные фильтры для очистки и доочистки сточных вод с песчаной, гравийной загрузкой с нисходящими и восходящими направлениями фильтрования, в которых задерживается:

- взвешенных веществ до 65 %;
- органических веществ около 30 %;
- до 5 % азотных форм.

Однако показатели очистки вод на них зачастую не отвечают в настоящее время ужесточившимся требованиям нормативов на сброс» [26].

Для целей очистки дождевых и талых нефтесодержащих вод с автомоек применяются различные установки, в конструкции которых предусмотрено двухступенчатое фильтрование. Доочистка стоков от эмульгированных нефтепродуктов достигается благодаря использованию специальных сорбентов.

«К установкам с такими технологическими схемами очистки относятся:

- установки очистки ливневых нефтесодержащих вод;
- компактные модули для очистки сточных вод;
- установки очистки оборотных вод мойки автомобилей, которые предназначены для физико-механической очистки оборотных вод автомоек отстаиванием, контактной коагуляцией на песчаных фильтрах и сорбцией на угольных» [15].

«Для очистки сточных вод от автомоек в настоящее время применяют комбинированные технологии, включающие стадии механической, электрохимической и, иногда, биологической очистки. Качество очищенной воды позволяет использовать ее в системе оборотного водоснабжения» [17].

«Установки с такими комбинированными технологиями оборотного водоснабжения типа УОВ состоят из электрофлотокоагулятора, биофильтра, фильтра с плавающей загрузкой, бака очищенной воды и устройства обезвоживания осадка» [22].

«Фильтры с плавающей загрузкой нашли применение для природных и сточных вод. Загрузка таких фильтров – пенополистирол. Направление фильтрования – снизу вверх. Промывка фильтрующей загрузки осуществляется обратным током чистой воды сверху вниз.

Плавающая загрузка позволяет создавать компактные конструкции очистных установок, так как в одном корпусе возможно совмещение процессов отстаивания, предварительного и глубокого фильтрования, и промывки. Такие конструкции очистных установок будут дешевле как в строительстве, так и в эксплуатации.

Известно, что эффект осветления воды повышается с уменьшением диаметра гранул загрузки, так как при этом увеличивается общая площадь поверхности стенок поровых каналов и возрастает адгезионная активность плавающей загрузки. Благодаря высокой поверхностной активности полистирольной загрузки ФПЗ-3 и ФПЗ-4 могут применяться для глубокой очистки природных вод, для осветления стоков, содержащих активный ил и другие примеси» [27].

«Как установлено, критическая скорость фильтрования на ФПЗ равна 9-10 м/ч. В процессе насыщения загрузки загрязнениями она снижается до 5-6 м/ч. Сокращение времени полезной работы фильтра происходит при высоких скоростях фильтрования воды значительной мутности через мелкодисперсную среду. Поэтому диаметр гранул назначается из условий обеспечения требуемого качества фильтрата и экономически обоснованного времени полезной работы фильтра.

Рабочий диаметр гранул фильтрующей загрузки может быть в пределах 1-1,5 мм, если производится предварительная обработка воды раствором реагента перед подачей ее на ФПЗ. Необходимость увеличения диаметра гранул обосновывается ростом потерь напора в течение фильтроцикла и улучшением эффекта адгезии скоагулированных частиц взвеси к поверхности гранул. Состав загрузки ФПЗ практически всегда неоднороден по размерам гранул, поэтому на практике полезную работу выполняют и более крупные гранулы диаметром 1,5-4,0 мм» [14, 15].

В качестве фильтрующей поверхности используется боковая вертикальная поверхность фильтра, что значительно позволяет увеличить его производительность, приходящуюся на единицу занимаемой производственной площади в плане.

Следует отметить и основное преимущество радиальных фильтров, которое заключается в сокращении расхода промывочной воды в 3 раза, так как площадь фильтрования в 3 раза больше площади промывки.

Эффективность снижения концентрации по взвешенным веществам в радиальных фильтрах составляет 87 %.

Для борьбы с кольматацией фильтрующей загрузки наружная пористая перегородка у таких фильтров периодически обрабатывается хлорной водой с концентрацией хлора 10-12 мг/л в течение 6 часов. Такая обработка способствует повышению производительности фильтра за счет снижения потерь напора.

Основная задача, решаемая в процессе очистки вод фильтрованием – повысить качество их очистки, которое рекомендуется начать с усовершенствования и интенсификации процессов структурообразования осадков с целью улучшения их динамических свойств и уменьшения объемов. Нарушение устойчивости коллоидных систем он предлагает осуществлять не только использованием коагулянтов и продуктов их гидролиза, но и флокулянтов с образованием структурированных осадков.

«В процессе фильтрования осадок закрепляется неподвижно в межзерновом пространстве фильтрующей загрузки, создавая условия для образования сплошных структур, способных противостоять напряжениям и сдвигу. Наличие образовавшихся структурных сеток повышает вероятность прилипания частиц загрязнений к поверхности осадка. Сам процесс образования структурных сеток в фильтрующих загрузках происходит в течение определенного времени. Этим объясняется процесс зарядки медленных и скорых фильтров» [55].

«Соотношение величин молекулярных сил сцепления мицелл друг с другом и с жидкостью может способствовать как усилению силы их сцепления и росту структурированных осадков, так и возникновению сил отталкивания, стремящихся к их разъединению и заполнению промежутка между ними водой.

Более благоприятные условия для желатинирования суспензий создаются в очищаемых водах, содержащих частицы чернозема. В этом случае обеспечивается безреагентная очистка воды фильтрованием не только

на медленных фильтрах, но и при значительных скоростях фильтрования без образования грязевой пленки на поверхности загрузки» [26].

Положительное воздействие угольных частиц на структурообразование в загрузке указывает на возможное участие антрацита в гелеобразовании.

Достаточно распространены фильтры для очистки воды с применением электрохимической обработки в процессе очистки. Фильтр конструкции В.Д. Назарова содержит корпус, разделенный перегородками на последовательно расположенные секции, первая из которых по ходу движения очищаемой воды заполняется фильтрующей загрузкой для механической очистки, последующие заполняются сорбентами, а в последней размещается загрузка для обеззараживания. В первой секции, соответственно, до и после слоя фильтрующей загрузки располагается слой гранул из алюминия и дополнительный слой для обеззараживания.

Одна из секций фильтра выполнена в виде коаксиально расположенного в корпусе цилиндра или усеченного корпуса с углом конусности не более 50 град., а другие установлены в кольцевом пространстве корпуса радиально или под углом к его стенке. В качестве фильтрующей загрузки одна из секций содержит смесь электропроводных электроотрицательных частиц и неэлектропроводных частиц. Цилиндрическая коаксиально расположенная секция, содержит электропроводные электроположительные частицы. Электроды, находящиеся во всех секциях, соединены токопроводящей шиной. В качестве электроотрицательных частиц используется алюминий, титан, магний и другие, а в качестве электроположительных частиц используется углеродосодержащие материалы, такие как графит, графит с напылением серебра, марганец. В качестве неэлектропроводных частиц используется известняк, кальций, мел, доломит.

Недостатком устройства такого фильтра является множество элементов в конструкции и, как следствие, сложность в эксплуатации, повышенная опасность для обслуживающего персонала вследствие подвода

электрического тока. Все это в совокупности в итоге снижает экономические показатели и безотказность технологии очистки вод.

Другой фильтр конструкции этого же автора предназначен для очистки и обеззараживания природных железосодержащих вод и имеет цилиндрический корпус с эллиптической крышкой, распределительную и сборную системы, зернистый фильтрующий материал, двуокись марганца, последовательно расположенные слои марганцевой руды, цеолита и активированного угля. Слои с соотношением высот 1:1:1 разделены сетками. Количество секций в корпусе фильтра с таким чередованием слоев находится в пределах от 1 до 4-х. Распределительная и сборная системы расположены в дренажной загрузке.

Недостатком данного устройства, является сложность эксплуатации особенно, как при регенерации загрузок, так и при замене или их досыпке, что будет снижать продолжительность полезного фильтрования, а также достаточно высокая стоимость фильтрующих материалов – двуокиси марганца и активированного угля.

3.3 Материалы для загрузки фильтров

Фильтрование и доочистка сточных вод необходимы не только для снижения концентрации взвешенных веществ.

«Во многих случаях в составе взвешенных веществ или на их поверхности содержатся примеси, концентрации которых жестко лимитируются независимо от агрегатного состояния и вида связи с другими загрязнениями: нефтепродукты, соли тяжелых металлов, пестициды и другие токсичные вещества. Так, например, количество растворенных нефтепродуктов в нефiltroванной воде составляет 0,3-0,5 мг/л. После фильтрования их остается в пределах 0,2-0,3 мг/л» [17].

При фильтрации через две и более ступени рекомендуется использование пористых материалов – мезопористых углей. При высоких

исходных концентрациях нефтепродуктов в сточных водах не исключается многоступенчатое фильтрование через керамзит, мезопористый и березовый активированный уголь (рисунок 8).



Рисунок 8 – Пример многоступенчатого фильтрующего элемента с различными материалами загрузки

Обе эти схемы малопримемлемы не только для очистки сточных вод с городских территорий, но и для их реализации в системе автотранспортных предприятий, ввиду высокой стоимости сорбционных материалов, дефицитности угольных загрузок и практической невозможности их регенерации в производственных условиях, что вызывает необходимость их периодической замены.

В качестве сорбентов для доочистки сточных вод в сорбционных технологиях последнее время используются отечественные экологически

чистые природные материалы, а также нетканые материалы на основе синтетических и натуральных волокон, обладающие высокой удельной сорбционной емкостью в отношении нефтепродуктов.

«Применение синтетических фильтрующих полимерных материалов, пористость которых достигает 95%, позволяет повысить скорость фильтрования и увеличить продолжительность фильтроцикла. Сам процесс регенерации фильтрующего материала осуществляется с меньшими затратами, чем при фильтровании на обычных зернистых фильтрах.

При безреагентном фильтровании эффект осветления сточных вод в таких фильтрах зависит от высоты слоя фильтрующей загрузки и скорости фильтрования. При высоте слоя загрузки в 1 и 1,5 м и скорости фильтрования 10-30 м/час, эффект осветления достигается соответственно 85-60 и 90-75 %. Увеличение высоты загрузки и снижение скорости фильтрования повышает эффект осветления сточных вод» [9].

Пенополиуретан обладает высокой способностью задерживать загрязняющие вещества (грязеемкость), которая во много раз превосходит способность кварцевого песка.

«ВНИИ ВОДГЕО (ГНЦ) для доочистки поверхностного стока от нефтепродуктов рекомендует использовать активные угли, при фильтровании через которые содержание нефтепродуктов можно снизить до 0,3 мг/л. Снижение концентрации нефтепродуктов до 0,05 мг/л достигается дополнительным фильтрованием через березовый уголь.

Результаты исследований, выполненных в СПбГАСУ, по выбору наиболее рационального вида загрузки свидетельствуют о целесообразности использования керамзитовой загрузки для фильтрования дождевых сточных вод с целью извлечения нефтепродуктов, так как именно она обеспечивает более высокую эффективность их удаления» [8].

«Эффективность удаления нефтепродуктов на керамзитовой загрузке составляет 53,3-65,4 %. Однако остаточное содержание их (0,4-7,4 мг/л) не соответствует требованиям, предъявляемым качеству очищенной воды. Такая

остаточная концентрация свидетельствует о наличии в воде растворимых или эмульгированных нефтепродуктов, не удаляемых при механической очистке. Для доочистки сточных вод в этом случае целесообразно использовать сорбционные материалы. Высокой эффективностью сорбции нефтепродуктов в сточных водах обладают углесодержащие сорбенты» [18].

Выводы по третьей главе.

Рассмотрев третий раздел, можно сделать следующие выводы:

- в дождевых и талых водах на территории автотранспортных предприятий с постами уборочно-моечных работ содержание взвешенных веществ превышает к сбросу поверхностных вод в водоемы;
- водное хозяйство должно иметь внутренний и внешний контур. В воде внутреннего контура, содержание взвешенных веществ не должно превышать 45 мг/л, нефтепродуктов – 15 мг/л. В воде внешнего контура, содержание загрязнений должно соответствовать нормируемым показателям СанПиН. Связь между потоками обеих контуров осуществляется через фильтровальные установки, имеющие минимум две ступени фильтрации. Первая – обеспечивает качество очищенных моечных и атмосферных вод, вторая – до показателей норм к сбросу в водоем или на рельеф.

4 Технологическая планировка поста мойки с системой бессточного водоснабжения

4.1 Предлагаемая схема регенерации стоков с поста мойки на автотранспортном предприятии

В условиях постоянно растущих тарифов на водоснабжение остро стоит вопрос рационального и экономного расхода воды, в том числе и для мойки техники.

Большая часть эксплуатируемых в настоящее время моек использует для помывки транспорта водопроводную воду, а стоки сбрасывает в канализацию без очистки (а при отсутствии канализации – на рельеф).

Наиболее «продвинутые» владельцы моек используют очистное оборудование для организации оборотного водоснабжения при помывке транспорта, а ополаскивание осуществляют так же водопроводной водой. Образующиеся при этом излишки в оборотной системе сбрасываются одним из упомянутых выше способов. В результате – перерасход водопроводной воды и штрафы за загрязнение окружающей среды.

Помочь в сложившейся ситуации могут системы оборотного водоснабжения с замкнутым циклом водоснабжения, при котором стоки проходят полный цикл очистки, а полученная в результате очистки вода может быть пригодна как для помывки, так и для ополаскивания. Наличие двух этапов в процессе мойки транспорта (помывки и ополаскивания) подразумевает необходимость поэтапной очистки оборотной воды. Требования к степени очистки просты: вода для помывки должна отвечать требованиям производителей моечного оборудования (как правило, B_v меньше или равно 30 мг/л, H_n меньше или равно 5 мг/л); а вода – для ополаскивания должна соответствовать степени очистки водопроводной воды.

Если с очисткой воды для помывки более или менее все просто (отстаивание и фильтрование), то для получения воды, близкой по своим параметрам к водопроводной, необходимо применить более серьезные способы очистки (химическое осаждение, электрофлотацию, адсорбцию, микрофильтрацию и так далее).

Предлагаемое сегодня оборудование доочистки, как правило, или очень дорогое, или требует специальных навыков и существенных затрат в обслуживании.

Появившиеся сравнительно недавно в этой нише плоскостные мембранные аппараты (ПМА) заслуживают особого внимания. Они компактны (типовой модуль 50×50×50 см), высокопроизводительны (от 3 м³/ч), экономичны ($P < 0,5$ кВт·ч) и просты в обслуживании. Применяемые в их конструкции микро-ультрафильтрационные мембраны позволяют получить заданную степень очистки. Эксплуатационные расходы при использовании ПМА ничтожно малы, так как в отличие от традиционных методов очистки не требуется замена и утилизация больших масс загрузочных (фильтрующих) материалов, а в отличие от рулонных мембранных аппаратов не требуется систематическая замена картриджей.

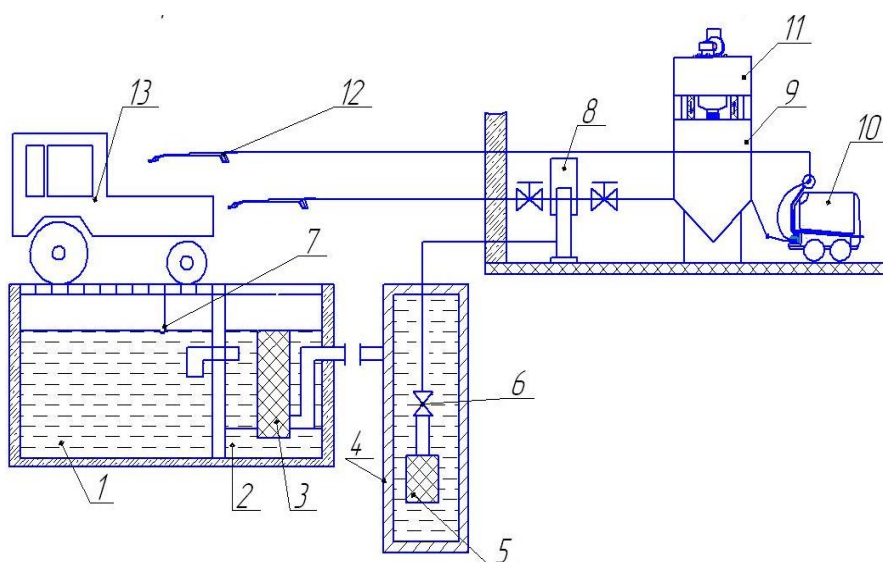
Перспективная схема очистных сооружений поста мойки открытого типа для автотранспортных предприятий показана на рисунке 9.

Системы очистки с использованием мембранного аппарата включают:

- узел предочистки и тонкой очистки (мембранный);
- узел повышения давления;
- резервуары для приема стоков и накопления очищенной воды.

Технология предусматривает две степени очистки стоков:

- узлом предочистки – фильтрующие колонны с песчаной и шунгитовой загрузкой (вода используется для смачивания и основной мойки);
- узлом тонкой очистки – ПМА (вода используется для ополаскивания).



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

Применение данной технологии позволяет:

- максимально использовать оборотную воду (потери составляют только разбрызгивание, испарение и тому подобное);
- резко сократить расход водопроводной воды (только на пополнение оборотной системы при обслуживании системы очистки);
- исключить переполнение оборотной системы и сброс излишков в городскую канализацию.

4.2 Организация моечно-очистных работ

Наружную очистку автотранспортных средств целесообразно проводить централизованно на специально оборудованных постах мойки, имеющих локальные очистные сооружения с оборотными системами водоснабжения.

Пост наружной мойки автотранспортных средств должен состоять из насосной, грязесборников, распределительного устройства и очистных

сооружений. Пост наружной мойки должен отделяться от основных производственных помещений, в качестве разделителя могут служить ворота, специальные ширмы и так далее. Площадка под мойку не должна быть загромождена. Закрытый пост предназначен для всесезонного использования в режиме «оборотное водоснабжение» при мойке машин, работающих в контакте с почвой и удобрением. Открытая площадка предназначена для использования при плюсовых температурах окружающего воздуха для мойки машин, пришедших непосредственно с поля, имеющих большие объемы почвенно-растительных загрязнений, для крупногабаритной техники.

Очистка токсичных инфицированных стоков осуществляется комплексно: применением при очистке машин, работающих в контакте с агрохимикатами, специальных моющих средств, коагуляцией, длительным отстаиванием. После обеззараживания воду сбрасывают в канализацию или пропускают через фильтрующую траншею. Осадок из очистных сооружений удаляет с помощью экскаватора, разбрасывателя жидких удобрений и самосвала. По согласованию с Санэпидемстанцией осадок выгружают в отработанные траншеи, расположенные вдали от населенных мест. Они должны быть заранее установлены и специально оборудованы.

Качественное и эффективное выполнение моечно-очистных работ связано со значительными материальными и трудовыми затратами.

Локальные очистные сооружения состоят из грязесборника, отстойников, маслосборника, электрокоагулятора и съемных фильтров.

Грязесборник представляет собой траншею с параметрами $L \times B \times H = 1,5 \times 0,8 \times 2$ м, что позволяет очищать их экскаватором, через запасной проход, предназначенный для заезда во время очистки грязесборника. В отличие от типовых проектов, где используются гидроэлеваторы, требующие дополнительных расходов электроэнергии и обезвоживания осадка.

Электрокоагулятор представляет собой кассету из пластин, выполняемых из стали (Ст.3), которая устанавливается в специальной барке отстойника. На электрокоагулятор подается постоянный ток от выпрямителя и происходит основной процесс образования электрохимического коагулятора. Последний сорбирует на своей поверхности тонкодисперсные взвешенные вещества и нефтепродукты, которые потом удаляются в процессе отстаивания. Кроме того, в отстойниках для повышения эффективности их работы применяются съемные дырчатые распределительные перегородки, изготовленные из полиэтиленовой пленки. Их постановка значительно улучшает гидравлический режим работы отстойников и повышает эффект очистки при небольших затратах.

Всплывшие нефтепродукты удаляются наиболее эффективным на настоящее время скиммером (маслосборным устройством), которое хорошо себя зарекомендовало на ряде предприятий.

«Принцип действия скиммеров основан на адгезии (прилипанию) собираемого продукта к гладкой поверхности коллектора, которые могут очищать жидкости с жесткостью от 0 до 14, при температуре от минус 20 до плюс 950°С» [21].

«Коллектор выполнен в виде замкнутой гибкой трубы из специального полимера (гидрофобный и олеофильный материал). Длина коллектора зависит от площади и конфигурации очищаемой поверхности, а также от высоты установки скиммера над очищаемой поверхностью. Часть замкнутого кольца коллектора постоянно находится на очищаемой поверхности. Привод скиммера обеспечивает непрерывное движение коллектора, а маслосъемники – очистку его от масла. Коллектор, очищенный от масла, возвращается в резервуар и собирает новое масло. Свободно плавающий эластичный коллектор адаптируется к изменению уровня поверхности жидкости от 0,5 до 2 и более метров. Скорость движения коллектора достаточна для обеспечения горизонтальной циркуляции поверхностного слоя без вторичного эмульгирования. Все масла, плавающие на поверхности (капли,

пятна, жировые фрагменты), в том числе и из углов резервуара попадают на коллектор и удаляются» [14].

Примесь воды в собранном нефтепродукте составляет от 1 до 2 %. Применение маслосборщика препятствует попаданию нефтепродуктов в окружающую среду, улучшает работу существующих очистных сооружений.

Кроме того, собранный нефтепродукт представляет собой ценное сырье, которое после дополнительной регенерации используют в качестве консервационного материала, в закалочных ваннах, сжигают вместе с мазутом в топках котлов и так далее.

Осадок, накапливающийся в грязесборнике и отстойниках, наиболее рационально удалять на предприятии с использованием экскаватора и самосвала. Вначале очищают экскаватором грязесборник, затем откачивают стоки из отстойников в грязесборник, уменьшая тем самым влажность и текучесть осадка, и далее удаляют осадок из отстойников экскаватором в самосвал. Осадок утилизируют путем захоронения его в отработанных карьерах, оврагах или балках, вдали от населенных мест, исключив вымывание токсичных ингредиентов в грунтовые воды, постановкой на основания захоронений специальных защитных экранов из полиэтиленовой пленки. Перспективные способы утилизации, которые могут применяться предприятием: использование специальных микроорганизмов, уничтожающих токсичные и вредные вещества, обогащение известью (2,5-5 %) и применение в дорожном строительстве для устройства нижних слоев оснований дорожных одежд.

4.3 Устройство и принцип работы очистных сооружений

«В магистерской работе предусмотрены эффективные очистные сооружения с оборотной системой водоснабжения, где в качестве доочистки воды используется метод электрохимической коагуляции, позволяющей

довести качественный состав воды до санитарных требований и исключить применение малоэффективных, неэкономичных фильтров.

Принцип действия очистных сооружений для работы на оборотной воде заключается в следующем.

Загрязненная вода поступает из грязесборника в отстойник, где с помощью распределительного устройства равномерно распределяется по поверхности отстойника. В отстойнике взвешенные частицы оседают на дно, а нефтепродукты всплывают на поверхность. Нефтепродукты удаляются с помощью лоткового устройства. Принцип работы этого устройства основан на погружении лотка немного ниже уровня зеркала воды. Далее нефтепродукты самотеком стекают в маслосборный колодец. Затем жидкость подается на очищение фильтром и проходит через дросселирующее устройство в емкость с оборотной водой, где обратный клапан подает воду на заборный фильтр, после центробежная самовсасывающая установка CR-3-25 подает воду на устройство для доочистки стоков, в котором стоит скиммер и удаляет остаточные нефтепродукты, а после этого вода идет на высоконапорный моечный аппарат» [14].

4.4 Перспективная установка регенерации воды для высоконапорных аппаратов

«Очищенная после мойки техники вода может снова использоваться для работы моющими аппаратами высокого давления, что позволяет экономить до 80 % воды и значительно снизить расход моющих средств.

Кроме того, очистка с использованием установок рециркуляции воды HDR 555 решает проблему природоохранных мер и выполняет требования санитарных служб.

Принцип работы.

Грязная вода после операции мойки аппаратом высокого давления скапливается в отстойнике, где оседают крупные частицы грязи. Затем с

помощью погружного насоса вода поступает в бак-смеситель установки HDR 555. Здесь встроенная дозирующая система добавляет необходимое количество специального реагента RM 847 и антибактериального вещества RM 851. После интенсивного перемешивания смесителем, происходит отделение грязи и масел. При этом тяжелые частички оседают на дне, а минеральные масла собираются на верху. Очищенная вода накапливается в буферном баке, затем проходит через специальные фильтры в резервуар, откуда через клапан снова подается в аппарат высокого давления. Ополаскивание автомобиля должно производиться свежей. Во избежание переполнения системы расход воды на ополаскивание не должен превышать 15 % от общего расхода воды. После определенного периода (до 50 циклов) отработанная вода должна быть вывезена специальными службами для утилизации.

Преимущество установки состоит в следующем: экономия воды, экономия моющих средств, автоматический режим работы, работает с аппаратами высокого давления с нагревом и без нагрева, компактность, выполняет требования санитарных служб» [19].

4.5 Технологический процесс очистки сточных вод

«В основу разработки технологического процесса положена типовая технология регенерации сточных вод для дальнейшего ее использования в качестве очистки тракторов и автомобилей.

Поступающие на пост мойки с машины и агрегаты принимаются в соответствие с действующими технологическими условиями. Наружная мойка машин в теплый период года производится на открытой площадке при помощи пароводоструйного очистителя. При привозе, если имеется такая возможность, расположить объездные ворота на одной линии. В зимнее время очиститель работает на участке наружной мойки машин в крытом помещении. Машина далее поступает в корпус наружной мойки в блоке с

диагностикой, где предусмотрена поточная линия мойки и сушки, оснащенная моечными установками. Посты мойки и сушки выгорожены друг от друга. Использование на посту мойки машин самовсасывающей насосной установки типа GR1-25 работающей на оборотной воде с высоконапорным моечным аппаратом позволяет производить высококачественную очистку поверхностей от большого спектра загрязнений, включая их обеззараживание и дегазацию» [30].

«Состав и компоновка поста мойки, принятое технологическое оборудование предусматривает очистку поверхностей машин, а также их узлов, агрегатов и передовую технологию регенерации сточных вод, рассчитанную на примере агрегатно-узлового метода ремонта, с организацией ремонта на универсальных постах в помещении зального типа дающие возможность переналаживать производство на массовое профилактическое обслуживание машин различного назначения» [28].

Техника, прибывшая, на пост мойки после очистки от грязи на открытой площадке поступает в корпус мойки, оснащенный моечными установками. Очищают машины на специальной площадке с твердым покрытием. На этом участке производится как мойка наружных поверхностей машин, так и отдельных сборочных единиц и деталей. Для мойки используют стационарные и передвижные моечные установки, оборудованные насосами высокого давления.

Воду для мойки машин подают из очистных сооружений с помощью оборотной системы водоснабжения.

Для очистки машин и их составных частей, регенерации сточных вод необходимо универсальное технологическое оборудование.

В обслуживаемом предприятии все операции, непосредственно касающиеся восстановления работоспособности, являются составными частями основного производства. Производственная структура обслуживающего производства состоит обычно из отделений, участков и рабочих мест.

Рабочее место – производственная зона, оснащенная необходимыми орудиями и предметами труда, технологическим оборудованием и предметами труда, технологическим оборудованием и оснасткой, в которой совершается трудовая деятельность работника.

Производственный участок группа рабочих мест, организованных по принципу: предметности, технологичности или предметно техничности.

Площадь моечного отделения специализированного поста мойки подразделяется на:

- производственную,
- вспомогательную.

При проектировании поста мойки автотранспортного предприятия, хозяйства состав устанавливается на основании примерного перечня производственных и вспомогательных отделений и участков, входящих в состав организационной структуры предприятия.

Структура поста мойки представляет собой сеть отделений и участков, взаимосвязанных между собой одной целью – очисткой машин и их деталей.

Основные производственные участки:

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

Вспомогательные службы:

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

Производственная площадь занимает участки, непосредственно предназначенные для осуществления технического процесса.

На производственных площадях размещают производственное оборудование, моечные установки, конвейеры, рабочие места ручного труда,

верстаки, рабочие тумбочки для инструментов, заготовок, деталей и так далее

На вспомогательных площадях расположены электрощитовая, очистные сооружения, инструментально-раздаточные кладовые, кладовая, проезды.

На складских площадях размещают общепроизводственные склады запасных материалов, утиля.

Выводы по четвертой главе:

- предложена схема регенерации водных стоков с поста мойки автомобилей на автотранспортных предприятиях, хозяйствах, а также специализированных станциях по обслуживанию и ремонту автомобильной техники;
- рассмотрены устройство и принцип работы очистных сооружений;
- изучен вопрос технологического процесса очистки сточных вод.

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

Процесс рециркуляции на автомойках экономически оправдывает себя, так как наличие очистного сооружения на автомойке является обязательным инструментом, согласно ФЗ «Об охране окружающей среды» и ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». В случае нарушения природоохранного законодательства автомойку могут закрыть на основании судебного решения. Сброс грязной воды в канализацию, не прошедшей очистку, может быть потенциальным источником возможного попадания токсичных веществ в водоемы страны. Процесс сброса воды в канализацию запрещен Водным кодексом Российской Федерации и федеральным законом «Об охране окружающей среды». Для оснащения автомойки потребуются специальные очистные, которые позволяют очищать воду и рециркулировать ее снова и снова.

Установки комплексной очистки воды (далее – УКО) очищают использованную воду от грязи, солей и нефтешлама. Система очистки воды УКО работает по принципу оборотного водоснабжения, т.е. одна и та же вода используется не однократно. Очищенная вода после установок УКО может сбрасываться в канализацию. Для этого необходимо получить согласование на сброс воды в канализацию на местном уровне.

Рассмотрим процесс очистки воды на примере очистных сооружений УКО. Цель флотации – избавление от различных примесей в виде масел, бензина, мазута. Их называют одним словом – нефтешлам. В результате этого физического процесса отходы нефти собираются на поверхности, проходят через специальный шламовый лоток и сбрасываются в отдельную емкость. Очищенная вода попадает в тонкослойный отстойник, в котором находится две камеры. В одной осветляется вода, во второй проходит уплотнение осадок, который отводится из камеры постоянно. Затем необходима утилизация ила, которую выполнит наша компания. Весь

комплекс мер сделает работу отстойника по очистке воды наиболее эффективной.

Последняя фаза очистки – прохождение воды сквозь механический фильтр, который представляет собой обычный речной песок или мелкий керамзит. На этой стадии происходит удаление оставшихся частиц грязи.

Очистка автомоек считается завершенной после того, как произошла утилизация иловых осадков, полученных в процессе работы. Подлежит сдаче на переработку и нефтешлам, который образуется после прохождения водой.

Комплектация системы во многом определяется типом производственного процесса. Например, для мойки (промывки) различного сырья или полуфабрикатов используется специальный промыватель – отстойник с системой фильтрации и насос, перекачивающий воду. Принцип работы такой системы показан на схеме (рисунок 10).

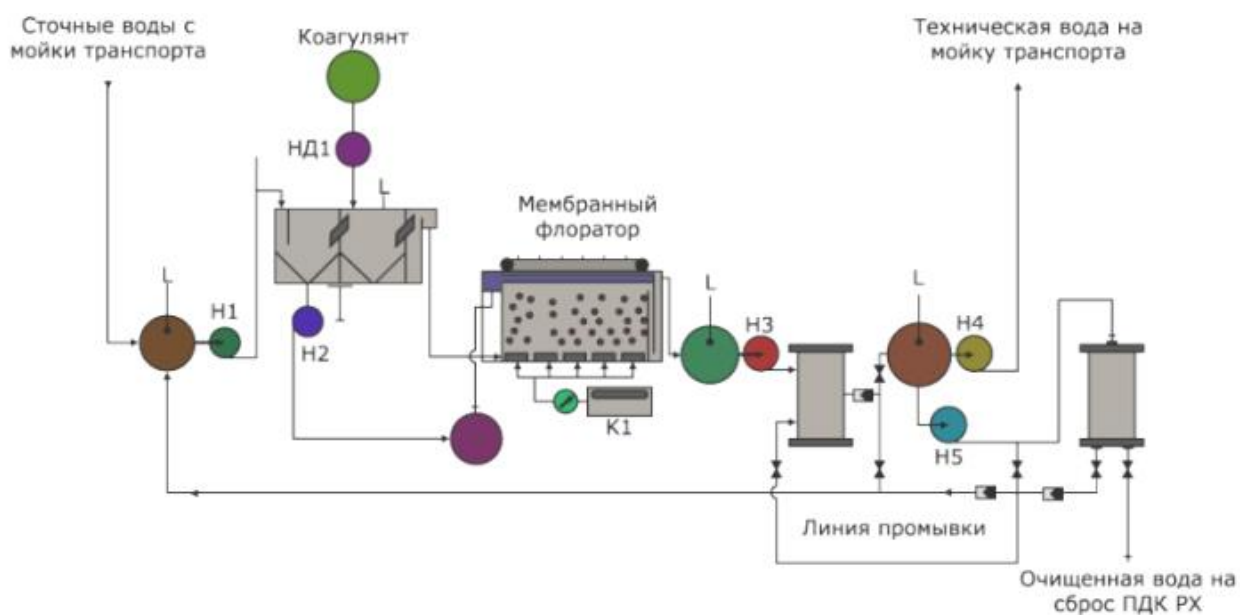


Рисунок 10 – Схема работы комплексной системы

5.1 Проектирование технологических процессов очистки сточных вод

«В настоящее время существует большое многообразие технологических процессов очистки. Сточные воды многокомпонентны по

своему составу, и для их очистки применяются различные методы с многочисленными вариантами их сочетания.

Выбор комплекса сооружений и установление эффективного режима его работы – достаточно сложная задача, что обусловлено требованиями, предъявляемые к качеству очистки, а также множественностью путей достижения требуемого качества очищенной воды. При выборе способа очистки от примесей учитывают не только их состав в сточных водах, но и требования, которым должны удовлетворять очищенные воды: при сбросе в водоем – предельно допустимые сбросы и предельно допустимые концентрации веществ, а при использовании очищенных сточных вод в производстве – те требования, которые необходимы для осуществления конкретных технологических процессов» [17].

5.2 Схема технологического процесса регенерации отходов очистки

Для эффективной эксплуатации и изучения современных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий очистки требуется иметь в составе ремонтно-обслуживающей базы ИТР эффективный пост мойки машин.

Очистка объектов с использованием жидких сред сопровождается накоплением во вредных последних веществ, концентрация которых в отработанных растворах в десятки, раз превышает допустимые нормативы. При этом очищающая среда теряет свое моющее действие, поэтому технологический процесс очистки объектов должны дополняться эффективными системами регенерации очищающих сред.

Совершенствование технологического процесса очистки изделий предполагает внедрение очистных машин нового поколения, не требующих потребления воды или моющего раствора, или требующих их наименьшего объема по отношению к типовым машинам.

Описание технологии регенерации стоков с поста мойки выглядит следующим образом.

Крупные почвенно-растительные остатки и нефтепродукты накапливаются в грязесборнике. Габаритные размеры грязесборника принимаем равным 10х1х2 м. Продолжительность отстаивания равна 2,5 часа, остаточная концентрация взвешенных частиц составляет 700-6000 мг/л, остаточная концентрация нефтепродуктов равна 500-800 мг/л.

Грубодисперсные взвешенные вещества и нефтепродукты оседают на дно отстойника. Габаритные размеры отстойника составляют 3,5х1х2 м. Продолжительность отстаивания равна 1,5 часа, остаточная концентрация взвешенных частиц составляет 400-550 мг/л, остаточная концентрация нефтепродуктов равна 300-420 мг/л. Отстойник состоит из распределительного устройства, сорбционного фильтра, маслосборного лотка.

Емкость с оборотной водой. Габаритные размеры емкости составляют 3х1х2 м. Продолжительность отстаивания равна 40 минут, остаточная концентрация нефтепродуктов равна 10-20 мг/л. Емкость с оборотной водой включает в себя заборный фильтр, обратный клапан.

Метод электрохимической коагуляции используется в качестве доочистки, позволяющий довести качественный состав воды до санитарных требований и исключить применение, малоэффективных и неэкономичных фильтров и дорогостоящих химических реагентов. Периодическая электрокоагуляция осуществляется с помощью растворимых стальных электродов с соотношением периодов 5:1 или 4:1 часа, зазор между электродами составляет 7-10 мм, плотность тока 150 А/м³.

Из грязесборника раствор поступает в отстойник, после идет в емкость проходит далее через сорбционный фильтр. Сорбционный фильтр выполняет функцию доочистки сточных вод. После сорбционного фильтра очищенная вода поступает в емкость с оборотной водой, далее вода поступает через заборный фильтр на повторное использование.

5.3 Схема технологического процесса удаления и утилизации ОТХОДОВ ОЧИСТКИ

Для удаления и утилизации нефтепродуктов и осадка предлагается широкий диапазон средств и технологий. Однако физико-химические, почвенные условия и климатические особенности требуют дифференцированного подхода к выбору оптимальных вариантов. Не последнее место играют и экономические возможности предприятий, которые предлагают выбор оптимального решения проблемы.

На рисунке 11 представлена технология удаления и утилизации ОТХОДОВ ОЧИСТКИ.

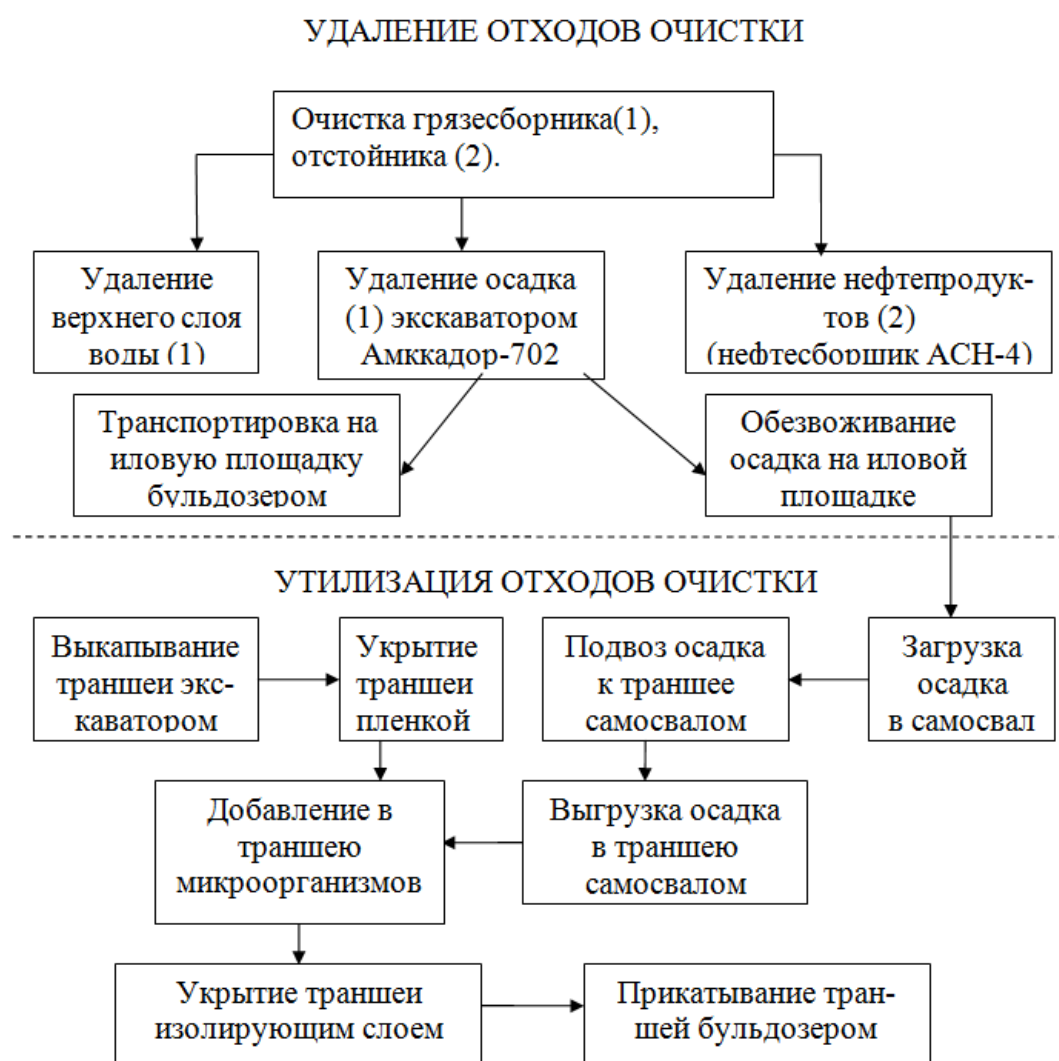


Рисунок 11 – Схема технологии удаления и утилизации отходов

Удаление нефтепродуктов и осадка с постов мойки осуществляется по следующей технологии.

1 Очистка грязесборника. Габаритные размеры равны 10×1×1,5 м. Влажность удаляемого осадка и содержание воды в нефтепродуктах не более 70%.

1.1 Удаление верхнего слоя воды из грязесборника осуществляется с помощью тракторного разбрасывателя жидкостей РЖТ-16.

1.2 Удаление осадка из грязесборника экскаватором ЭО-2626.

1.3 Транспортировка осадка на иловую площадку бульдозером.

1.4 Обезвоживание осадка на иловой площадке.

2 Очистка отстойника. Влажность удаляемого осадка и содержание воды в нефтепродуктах не более 50-60%.

2.1 Удаление верхнего слоя воды в предварительно очищенный грязесборник осуществляется с помощью гибкого шланга.

2.2 Удаление осадка из грязесборника экскаватором ЭО-2626.

2.3 Транспортировка осадка на иловую площадку бульдозером.

2.4 Обезвоживание осадка на иловой площадке.

3 Удаление всплывших нефтепродуктов с помощью скиммера (маслосборочное устройство). Производительность 5 л/мин, габаритные размеры 1200х900х780 мм. Содержание воды в собранных нефтепродуктах составляет до 2%.

Принцип действия скиммера (маслосборочное устройство) основан на (адгезии) налипании нефтепродуктов на пластиковый коллектор. Потом стальными скребками нефтепродукт счищается с коллектора и попадает в приемную емкость, откуда насосом перекачивается в маслосборный колодец.

Утилизация осадка с постов мойки осуществляется по следующей технологии:

- выкапывание траншеи экскаватором;
- укрытие траншеи специальной пленкой;
- загрузка осадка в самосвал экскаватором с иловой площадки;

- подвоз осадка к траншее самосвалом;
- выгрузка осадка в траншею;
- добавление в траншею микроорганизмов;
- укрытие траншеи изолирующим слоем бульдозером;
- прикатывание траншеи.

Утилизация нефтепродуктов осуществляется путем их обезвоживания и фильтрации с использованием специальных установок. Далее очищенный нефтепродукт может использоваться по следующим вариантам: в отделении, при приготовлении консервационных материалов для хранения автомобильной техники.

Выводы по пятой главе:

- сформулирован технологический процесс очистки сточных вод;
- представлена схема технологического процесса регенерации воды;
- представлена схема технологического процесса удаления и утилизации отходов, образующиеся при процессе рециклинга.

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

«Расчеты экологической целесообразности выполним по определению предотвращенного экономического ущерба при снижении сброса загрязняющих веществ со сточными технологическими водами в поверхностные водоемы и на прилегающую земельную территорию» [25].

«Расчет выполним по «Временной методике определения предотвращенного экологического ущерба» ГОСКОМ РФ по охране окружающей среды, 1999 году» [10,11].

«Экономический эффект рассчитаем с учетом снижения платы за нанесенный природе ущерб и снижения затрат на потребление питьевой воды на мойку автомобилей из городского водопровода» [27].

Оценка величины предотвращенного ущерба от загрязнения водной среды производится на основе региональных показателей удельного ущерба, представляющих собой удельные стоимостные оценки ущерба на единицу (1 тонна) приведенной массы загрязняющих веществ.

«Расчетные формулы имеют следующий вид:

$$Y_{np} \cdot r = \sum_{i=1}^N Y_{y\partial,ri} \cdot \Delta M_r \cdot K_g \cdot J_d, \quad (1)$$

где $Y_{y\partial,ri}$ – 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 $г$ -ом регионе, руб./усл. тонну (принимается в соответствии с табличными данными [61]);

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_9 – 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] .

Приведенная масса загрязняющих веществ рассматривается для конкретного объекта по следующей формуле:

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

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 (по табличным данным [61]);

i – номер загрязняющего вещества или группы веществ (по табличным данным [61]);

N – количество учитываемых загрязняющих веществ.

Показатель m определяется на основе данных статистической отчетности предприятий и организаций (форма 2-тп (водхоз)) или служб,

аттестованных на право проведения соответствующих анализов, данных проектных материалов и др.

Оценка величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от загрязнения земель, ухудшения и разрушения почв под воздействием антропогенных нагрузок определяется по следующим формулам:

– от деградации почв и земель

$$U_{прд} = H_c \cdot S \cdot K_{\circ} \cdot K_n, \quad (2)$$

где $U_{прд}$ – величина предотвращенного в результате природоохранной

деятельности ущерба от деградации почв и земель, тыс. руб./год;

H_c – норматив стоимости земель, тыс. руб./га (по табличным данным [61]);

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

$K_{\circ}$ – коэффициент экологической значимости территории, б/р (по табличным данным [61]);

K_n – коэффициент для особо охраняемых территорий, (по табличным данным [61]).

«Для оценки величин предотвращенного ущерба водным ресурсам и ущерба от деградации почв и земель выполним расчеты масс взвешенных веществ и нефтепродуктов, извлекаемых из сточных вод с автомойки и из атмосферных осадков, стекаемых с территории МКА. Для этого необходимо в начале определить годовые объемы воды, подаваемые на мойку автомобилей, объемы стоков с мойки и объемы стоков, собираемых от атмосферных» [17].

Пример расчета годовых объемов воды, подаваемых на мойку автомобилей, выполнен с учетом режимов работы автомойки $t_{см}$, производительности моечной установки $Na(\omega)$ и расхода воды на мойку

одного автомобиля $q = 200$ л/авт, коэффициента поступления автомобилей на мойку $\eta_{eo} = 0,85$.

Результаты расчетов сводим в таблицы 6.

Таблица 6 – Расход воды на мойку автомобилей в год при $t_{cm} = 7$ ч

Месяцы	$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
Январь	$Q^M_{AMC}, \text{ м}^3$	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	$Q^G_{AMC}, \text{ м}^3$	17343	19545,75	21717,5	23889,25	26061

Расчет годовых объемов сточных вод с мойки автомобилей, подаваемых на очистные сооружения, представлены в таблицы 7.

Таблица 7 – Годовые объемы сточных вод с автомойки, подаваемые на очистные сооружения

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

Расчет извлекаемых взвешенных веществ из сточных вод выполним поэтапно: в отстойнике и фильтрованием.

«Согласно нормативным требованиям СанПиН содержание загрязнений в очищенной воде с автомоек для использования в оборотном

цикле для мойки легковых автомобилей должно составлять для взвешенных веществ – 40 мг/л, для нефтепродуктов – 15 мг/л.

Для автотранспортных предприятий в сточных водах от мойки легковых автомобилей содержание взвешенных веществ составляет 700 мг/л, а нефтепродуктов – 75 мг/л. В песколовке задерживается 30 % взвешенных веществ. В отстойниках остаточная концентрация до 70 мг/л.» [29].

Расчет количества взвешенных веществ, извлекаемых из очищаемой воды, выполним с учетом данных таблицы 7, указанных нормативов и степени их задержания в песколовке и отстойнике.

Результаты расчетов сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Годовые массы извлекаемых взвешенных веществ из сточной воды в песколовке и отстойнике

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

Исходя из норм ПДК взвешенных веществ для сброса их в водоемы выполним расчет извлекаемой их массы при фильтровании (доочистке) сточной воды. Результаты расчетов сводим в таблицу 9.

Таблица 9 – Годовые массы извлекаемых фильтрованием взвешенных веществ из сточной воды

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$M_{ф., T}^{\Gamma}$	1,088	1,223	1,361	1,499	1,632

Годовые объемы очищенной воды определяем по данным таблиц 7 и 8.

Результаты расчетов сводим в таблицу 10.

Таблица 10 – Годовые объемы очищенной воды на ОС

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$Q_{оч., M}^{\Gamma}$	16685,20	18772,54	20859,88	22947,27	25034621

Необходимые объемы чистой воды, подвозимой на МКА для подпитки системы (компенсации потерь в процессе мойки и очистки) оборотного водоснабжения, определяются как разница между требуемыми расходами на мойку автомобилей и объемами очищенной воды.

Результаты расчетов сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Годовые объемы чистой воды, необходимой для подпитки системы мойки

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

Расчет величины взвешенных веществ, извлекаемых из воды, собранной из атмосферных осадков.

При содержании в дождевых сточных водах взвешенных веществ 300-500 мг/л по [67] и очистке их до норм ПДК для сброса в водоемы 5 мг/л их извлекаемые массы при очистке и фильтровании составят 0,151 и 0,226 т.

Общие массы взвешенных веществ, извлеченных из сточных вод МКА представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Общие годовые массы загрязнений, извлекаемые из сточных вод МКА

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

Расчет годовых масс нефтепродуктов, извлекаемых из сточных вод, выполняется исходя из объемов сточных вод, результаты которого представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Годовые массы нефтепродуктов, извлекаемых из сточных вод автомобильной мойки

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

В сточных водах с территорий АЗС содержится нефтепродуктов до 70 мг на 1 литр, что превышает ПДК при сбросе стоков в водоемы в 1400 раз.

Расчет годовых масс нефтепродуктов в сточных водах с территории МКА выполняем исходя из объемов сточных вод при площадях:

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

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

Общие годовые массы нефтепродуктов в сточных водах с МКА представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Годовые массы нефтепродуктов в сточных водах МКА

$Na(\omega)$	40	45	50	55	60
$t_{\text{см}} = 7 \text{ ч}, F_{\text{ЗМКА}} = 600 \text{ м}^2$					
$M^{\Gamma}_{\text{общ}}, T$	1,276	1,421	1,589	1,747	1,904
$t_{\text{см}} = 7 \text{ ч}, F_{\text{ЗМКА}} = 900 \text{ м}^2$					
$M^{\Gamma}_{\text{общ}}, T$	1,287	1,432	1,6	1,758	1,915

«Имея расчетные данные по массам основных загрязняющих веществ (взвешенным веществам и нефтепродуктам) в годовых объемах сточных вод с МКА, работающих в различных временных режимах и разной часовой производительностью моечных установок, нетрудно выполнить расчеты предотвращенных ущербов в случае организации очистки сточных вод с МКА и многократного их использования в технологическом процессе» [22].

«Предотвращаемый ущерб от сброса в водоем взвешенных веществ составит:

$$Y_{np.z}^{BB} = \Pi_{yy} \cdot k_{\text{э}} \cdot m_{\text{год}} \cdot k_{\text{эс}}, \quad (2)$$

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» [30].

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

«Предотвращенный ущерб от сброса нефтепродуктов в водоем составит:

$$Y_{np.z}^{HP} = \Pi_{yy} \cdot k_{\text{э}} \cdot m_{\text{год}} \cdot k_{\text{эс}}, \quad (3)$$

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» [31].

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

Предотвращенный ущерб за размещение отходов на иловых площадках определяется по формуле:

$$Y^0_{y\partial.z} = Y^0_{y\partial.} \cdot \sum M_{jk} \cdot K_j^0, \quad (4)$$

где $Y^0_{y\partial.}$ – 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.

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

«Величину удельной платы за дополнительное отторжение земель для размещения указанных отходов очистки сточных вод, устройства отстойника, резервной емкости определим по формуле:

$$Y^{\Pi}_{y\partial.} = H \cdot k_{non.} \cdot K_u, \quad (5)$$

где H – норматив стоимости освоения новых земель, в соответствии с постановлением Правительства РФ от 27.11.95 г. № 1176 206 млн. руб./га;
 $k_{non.}$ – понижающий коэффициент, 0,1;
 K_u – коэффициент индексации базовых нормативов платы» [31].

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

Для расчета величины платы за отторжение земли под резервуар резервной воды, отстойника и иловой площадки необходимо определить общую необходимую для этого площадь. Ее определим по следующей формуле:

$$F_{общ.} = (f_{рез} + f_{отст} + f_{ил.п.}) \cdot K_n, \text{м}^2, \quad (6)$$

где $f_{рез}$, $f_{отст}$, $f_{ил.п.}$ – соответственно площади, занимаемые в плане резервуаром резервной емкости; отстойником и иловой площадкой;
 K_n – коэффициент размещения перечисленных объектов принимаем согласно [1] равным 5.

«Конструкция резервуара резервной воды должна представлять собой усеченный конус, опрокинутый в железобетонный котлован глубиной 2 м. Для рассматриваемого нами варианта необходимый максимальный объем воды составляет 46,29 м³. При диаметре 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 смеси осадка и активного ила 2,5 м³ в год необходимая площадь для иловых площадок составит 5 м²» [22].

Общая площадь для устройства резервуара, отстойника и площадки для накопления смеси осадка и ила составит:

$$F_{общ.} = (78,5 + 20 + 5) \cdot 5 = 103,5 \text{ м}^2, \quad (6)$$

Таким образом, с учетом исходных величин плата за отторжение земель составит:

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

В таблице 15 представлены эколого-экономические показатели природопользования при выделении взвешенных веществ и нефтепродуктов из сточных вод.

Таблица 15 – Эколого-экономические показатели природопользования при выделении взвешенных веществ и нефтепродуктов из сточных вод

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

Рассчитан экономический эффект с учетом:

- снижения платы за нанесенный природе ущерб,
- капиталовложений на строительство и эксплуатацию очистных сооружений
- снижения затрат на потребление питьевой воды на мойку автомобилей из городского водопровода.

Для рассматриваемого варианта схемы водного баланса МКА использование очищенных стоков от автомойки и собранных ливневых и талых вод позволит сократить затраты в год на чистую водопроводную воду с 1,3 млн. руб. до 0,3 млн. руб. Экономия составит около 1 млн. руб., что в пересчете на один помытый автомобиль составит снижение себестоимости затрат на воде в среднем на 35 руб.

Заключение

В данной работе рассмотрено и выбрано оптимальное техническое решение по проектированию автомойки специализированной техники с последующим очищением сточной воды для достижения максимальной степени ее очистки.

Организованы системы водостока, водоочистки, водоподготовки и оборотного водоснабжения.

В ходе расчетов определено, что использование очищенной воды позволит сократить затраты на чистую водопроводную воду с 1,3 млн. руб. до 0,3 млн. руб. в год. Экономия составит около 1 млн. руб., что в пересчете на один помывтый автомобиль составит снижение себестоимости затрат на воде в среднем на 35 руб.

Для достижения заданной цели решены следующие задачи:

- собраны сведения о текущем состоянии вопроса очистки сточных вод при мойке автомобильной техники;
- осуществлен сбор сведений о применяемых методах очистки грязной воды в России и зарубежных странах;
- определены расходы воды при осуществлении мойки техники при существующей схеме работы;
- определены требуемые химические вещества, используемые при мойке автомобильной техники на автотранспортных предприятиях;
- рассмотрены требования, предъявляемые к системе водоснабжения и водоотведения;
- предложена схема регенерации водных стоков с поста мойки автомобилей на автотранспортных предприятиях, хозяйствах, а также специализированных станциях по обслуживанию и ремонту автомобильной техники;
- представлена схема технологического процесса удаления и утилизации отходов, образующиеся при процессе рециклинга.

Список используемой литературы и используемых источников

- 1 Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов / С. В. Яковлев и др. М: Стройиздат, 1996. - 596 с.
- 2 Водоотводящие системы промышленных предприятий: Учебник для вузов / С. В. Яковлев и др. М.: Стройиздат, 1990. - 511 с.
- 3 Международный стандарт ISO 6107-8. Качество воды. Словарь. - Часть 8.
- 4 СНиП 2.04.02 84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
- 5 СНиП 2.04.03 85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
- 6 СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: Санитарные правила и нормы. М: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. - 24 с.
- 7 Лукиных Н. А. и др. Методы доочистки сточных вод. М: Стройиздат, 1978. -156 с.
- 8 Глубокая очистка и повторное использование сточных вод: (обзор). - М.:ЦИНИС Госстроя СССР, 1974. 64 с.
- 9 Бертокс П., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнения: Пер. с англ. М.: Мир, 1980. - 606 с.
- 10 А.с. СССР № 946603. Способ очистки воды от взвешенных веществ/А.М. Фоминых //1982. БИ № 28.
- 11 Козлов Ю.С. Очистка автомобилей при ремонте.- М.: Транспорт, 1981-151 с.
- 12 Афанасиков Ю.И. Проектирование моечного оборудования авторемонтных предприятий. М.: Транспорт, 1987.- 174 с.
- 13 Кузьмичев А.С. Исследование процессов мойки автомобилей струями воды: автореф. . канд. техн. наук.- Новочеркасск: НИИ, 1973 -26 с.
- 14 Молоков М. В., Шифрин В. Н. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок. М.: Стройиздат, 1977- 104 с.

- 15 Завьялов С.Н. Мойка автомобилей. Технология и оборудование. М.: Транспорт, 1994- 176 с.
- 16 Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. ОНТП-01-91. Минавтотранс РСФСР. М.: 1991.91с.
- 17 Васильев Л.А., Васильева М.М. Математическое моделирование процессов очистки воды. Горький: ГТУ им. Лобачевского Н.И., 1982. -79с.
- 18 Давидович Л.Н. Проектирование предприятий автомобильного транспорта. М.: Транспорт, 1975. - 391 с.
- 19 Моечно-очистная установка. Автомобильный транспорт. -М., 1965, Р II. - с.31-32
- 20 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, 1983. -с.93-96.
- 21 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, 1984. - с.
- 22 Тимофеева С.С. Современное состояние технологии регенерации и утилизации металлов сточных вод гальванических производств // Химия и технология воды. 1990. Т.12. - № 3. - С. 237-243. 21. Орлов В.А. Озонирование воды. М.: Стройиздат, 1984. - 88 с.
- 23 Синечук Б.Д., Федорук Т.Я., Малько С.В., Абраменко И.В. Химия и технология воды. 1989,- т. 11, № 1. С. 48-53.
- 24 Унифицированные методы анализа вод. Под ред. Лурье Ю.Ю. М.: изд. «Химия», 1971,- 376 с.
- 25 Колесников В. А., Меньшутин Н. В. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод. М., 2005.
- 26 Дзюбенко В. Г., Кондрашов А. С. Мембранные технологии в программе «Чистая Вода» // Водоснабжение и канализация. 2010. № 1–2.

- 27 Барон С. Г. Опыт механизации майки автомобилей. М, ЦИНТИ машиностроения, 2001. 40 с.
- 28 Кожинов В. Ф. Очистка питьевой и технической воды. М, Стройиздат, 1999, 271 с.
- 29 Жамская Н.Н., Талашкевич Е.А. Схема очистки технологических стоков. Рыбохозяйственные исследования океана: Сб. матер, науч. конф. Владивосток. 1996. - С. 91.
- 30 Крылев А.О., Скрылева Т.Л., Колтыков Г.Н. Флотационная очистка сточных вод гальванических производств // Химия и технология воды. 1997.- №5.- С. 532-536.
- 31 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 2002. Матер. Всероссийской науч.-техн. конф. Мурманск: МГТУ, 2002. - С. 554.
- 32 Weiser H. B. Inorganic colloid chemistry. Vol. 2. The hydrous oxides and hydroxides. - New York, 1935. - 427 p.
- 33 Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p. 903.
- 34 Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
- 35 Konig, R. Schmieretechnik / R. Konig. – Springer, 1963. - p.164.
- 36 Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1976. - p. 134.
- 37 Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.