



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
филиал ФГБОУ ВО «РГГМУ» в г. Туапсе

Кафедра «Метеорологии экологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»
(квалификация – бакалавр)

На тему «Мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду локомотивного депо Краснодарского отделения СКЖД»

Исполнитель: Карамян Зораб Зорабович

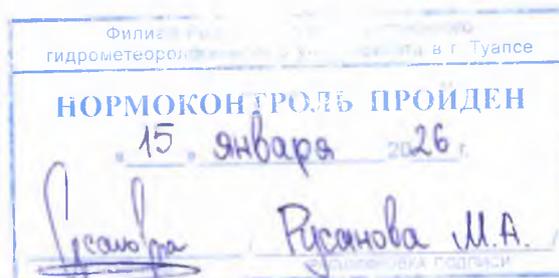
Руководитель: к.с.х.н., доцент Цай Светлана Николаевна

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«15» января 2026 г.



Туапсе
2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Теоретические основы оценки негативного воздействия на окружающую среду локомотивного хозяйства	6
1.1 Локомотивное депо: понятие, особенности функционирования	6
1.2 Локомотивное хозяйство как источник загрязнения и методические основы оценки негативного воздействия их на окружающую среду	9
2 Анализ состояния и оценка негативного воздействия на окружающую среду локомотивного депо «Краснодар-1» Краснодарского отделения СКЖД	20
2.1 Общая характеристика исследуемого предприятия особенности технологии	20
2.2 Источники загрязнения и оценка негативного воздействия локомотивного хозяйства на окружающую среду	24
3 Мероприятия по снижению негативного воздействия локомотивного хозяйства отделения СКЖД на окружающую среду	37
Заключение	50
Список использованной литературы	53

Введение

В системах технического водоснабжения промышленных предприятий используется вода из поверхностных и подземных источников, восстановленная вода, полученная из сточных вод (производственных, бытовых, городских, поверхностных).

Водоснабжение промышленных предприятий должно предусматривать максимальный оборот производственных сточных вод с восполнением потерь воды посредством использования очищенных бытовых, городских и поверхностных стоков.

Эффективность использования воды зависит от системы технического водоснабжения. Прямоточные системы предполагают однократное использование воды с последующей очисткой загрязненных сточных вод перед сбросом в городскую канализацию или поверхностные водоемы. Такая технология использования воды, нередко высококачественной питьевой, является не только расточительной, но и потенциально опасной для больших контингентов населения. Прямоточное использование воды для технического водоснабжения можно допускать только при обосновании нецелесообразности систем оборотного водоснабжения или невозможности их оборудования.

Оборотные системы. В локальных системах вода используется после восстановления (регенерации) в одном или нескольких технологических процессах. При централизованном водоснабжении после использования для различных целей вода проходит очистку единым потоком и возвращается на производство. При смешанном водоснабжении вода одной оборотной системы используется в другой (вода охлаждающей системы - в технологической, технологической - в транспортирующей и т.п.).

При эксплуатации различных систем оборотная вода загрязняется специфическими производственными продуктами. Технологическая вода, загрязненная химическими соединениями, может представлять опасность для человека при отведении в поверхностные водоемы (в виде концентрированных

продувочных вод) и последующем повторном использовании.

С гигиенических позиций классификация систем технического водоснабжения промышленных предприятий должна основываться на степени контакта человека с восстановленной водой. По этому признаку выделяются:

- закрытые системы технического водоснабжения - системы, обеспечивающие водой технологические процессы, исключаящие непосредственный контакт работающих и/или населения с технической водой;

- открытые системы технического водоснабжения - системы, обеспечивающие водой технологические процессы, предполагающие непосредственный контакт работающих и/или населения с технической водой.

Актуальность выбранной темы исследования обусловлена необходимостью реконструкции очистных сооружений, позволяющей снизить не только количество загрязняющих веществ в сточной воде, но и объем воды, сбрасываемой в городскую канализацию, за счет поступления её в оборотную систему водоснабжения.

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы является локомотивное депо «Краснодар-1» Краснодарского отделения СКЖД. Предметом исследования является негативное воздействие данного предприятия на окружающую среду.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду локомотивного депо «Краснодар-1» Краснодарского отделения СКЖД.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- изучить теоретические основы оценки негативного воздействия на окружающую среду локомотивного хозяйства;
- дать общую характеристику исследуемого предприятия и проанализировать технологические особенности деятельности локомотивного депо «Краснодар-1» Краснодарского отделения СКЖД;
- провести анализ и дать оценку негативного воздействия локомотивного депо «Краснодар-1» Краснодарского отделения СКЖД на окружающую

среду;

- разработать предложения по снижению негативного воздействия локомотивного депо «Краснодар-1» Краснодарского отделения СКЖД на окружающую среду.

1 Теоретические основы оценки негативного воздействия на окружающую среду локомотивного хозяйства

1.1 Локомотивное депо: понятие, особенности функционирования

Основная деятельность депо: эксплуатация подвижного состава, выполнение работ по проведению технического обслуживания и технического ремонта подвижного состава [18, с. 129].

Виды ремонта электровозов, тепловозов и моторвагонного подвижного состава в соответствии с государственными стандартами и приказом МПС установлены следующими:

1 текущие ТР-1, ТР-2, ТР-3—для контроля и устранения неисправностей путем замены или восстановления быстроизнашивающихся деталей, а также испытаний и регулировок, гарантирующих работоспособность подвижного состава между соответствующими видами ремонта;

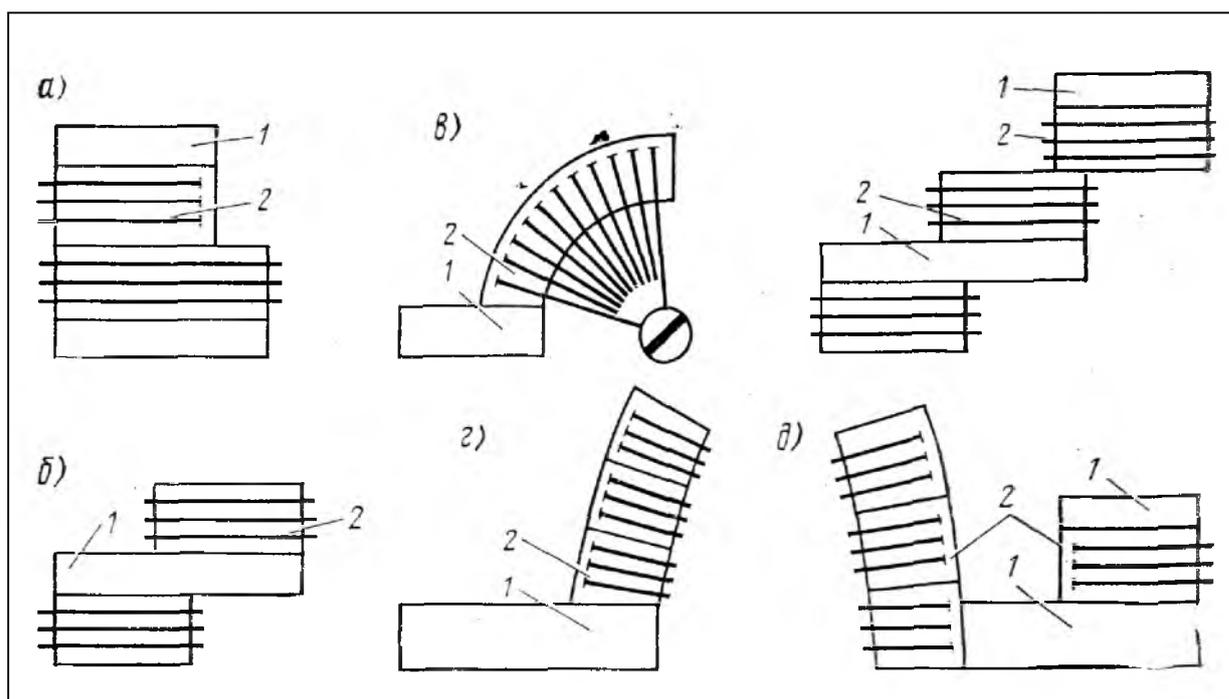
2 средний — для восстановления эксплуатационных характеристик подвижного состава путем ремонта или замены изношенных или поврежденных узлов или деталей. При среднем ремонте проверяется состояние остальных узлов и деталей с устранением обнаруженных неисправностей, производится частичная смена изоляции электрических машин. При среднем ремонте локомотива может производиться капитальный ремонт отдельных его агрегатов, узлов и деталей;

3 капитальный — для восстановления исправности и полного или близкого к полному ресурса локомотивов и моторвагонного подвижного состава. Капитальный ремонт заключается в полной разборке и дефектации, в замене или ремонте всех, в том числе и базовых агрегатов, узлов и деталей, сборке, регулировке и испытании; производится полная смена изоляции электрических машин. При капитальном ремонте локомотива его отдельные агрегаты, узлы и детали могут ремонтироваться в объеме среднего ремонта. Объемы ремонтных работ при текущем, среднем и капитальном ремонтах регламентируются правилами и инструкциями, утвержденными МПС [3, с. 88].

Техническое обслуживание ТО-3, текущие ремонты ТР-1, ТР-2, ТР-3 выполняются в основных локомотивных депо; средний и капитальный ремонты — на локомотиворемонтных заводах за счет амортизационных отчислений, предназначенных для капитального ремонта. Средний ремонт локомотивов может с разрешения МПС выполняться и в крупных, хорошо оснащенных депо.

По конфигурации зданий локомотивные депо бывают прямоугольные и веерные. Прямоугольные депо строятся со сквозными и тупиковыми путями.

По взаимному расположению позиций и мастерских прямоугольные депо бывают павильонного (рисунок 1, а) и ступенчатого (рисунок 1, б) типов, а веерные — с поворотным кругом (рисунок 1, в) и со стрелочной улицей. Существуют также депо комбинированного типа (рисунок 1.1). В настоящее время веерные здания не строят ввиду неудобства установки мостовых кранов для обслуживания участков текущих ремонтов, суживающихся между путей ремонтных позиций, усложняющих организацию ремонта.



1 - ремонтные участки; 2 - ремонтные позиции.

Рисунок 1 1- Типы локомотивных зданий

Павильонные здания депо имеют наименьшую строительную стоимость. Они применимы для всех типов локомотивов. Для них требуется меньшая

строительная площадка, обеспечивается удобное взаимное расположение мастерских, ремонтных позиций и других производственных помещений, сокращаются расходы на содержание зданий за счет уменьшения периметра наружных стен [10, с. 103].

Основные размеры ремонтных участков принимают из условия установки на ремонтных позициях наибольших по длине локомотивов, размещения поточных механизированных ремонтных линий и позиций, необходимого оборудования, соблюдения проходов и проездов. При проектировании новых локомотивных депо и реконструкции существующих размеры зданий ремонтных участков устанавливают по размеру перспективного локомотива, намеченному к эксплуатации на десятый год.

По экипажной части, тормозу и ударно-сцепным устройствам производят осмотр колесных пар и ударно-сцепных устройств, проверяют действие тормозов, крепление моторно-осевых подшипников, кожухов зубчатых передач, подшипниковых щитов тяговых электродвигателей; осматривают рессорное подвешивание, подвески, рычажную систему тормоза, буксы, тормозные колодки и выход штоков тормозных цилиндров. Смазывают валики рессорного подвешивания и другие узлы тепловоза.

Все обнаруженные неисправности устраняют, после чего проверяют работу узлов и агрегатов тепловоза при работающем дизеле. Особое внимание обращается на осмотр тех деталей, узлов и агрегатов, по которым обнаружены повышенный износ или неудовлетворительная работа в процессе эксплуатации, а также мест, опасных в пожарном отношении [24, с. 147].

Кузов и ходовую часть локомотивов очищают на специальной обмывочной установке, входящей в состав экипировочного хозяйства, причем операция по очистке ходовой части и кузова предшествует техническому обслуживанию ТО-2.

Одновременно с плановым техническим обслуживанием локомотива исполняют также те работы, которые были записаны машинистом в Журнале технического состояния локомотива дополнительно к работам,

предусмотренным графиком ТО-2.

О выполнении технического обслуживания ТО-2 и устранении неисправностей, записанных машинистом, а также о техническом состоянии и качестве ухода за локомотивом со стороны сменных локомотивных бригад мастером пункта технического обслуживания делается запись в Журнале технического состояния локомотива [14,с.144].

Периодичность технического обслуживания ТО-2 грузовых и пассажирских локомотивов, а также моторвагонного подвижного состава определяется начальником дороги с учетом конкретных условий эксплуатации, протяженности участков обращения и размещения пунктов технического обслуживания при обязательном обеспечении безопасности движения, но не реже чем через 48 ч. Увеличение продолжительности работы тепловозов между техническим обслуживанием ТО-2 может быть допущено только с разрешения Главного управления локомотивного хозяйства МПС (по представлению начальника дороги).

Продолжительность технического обслуживания ТО-2 устанавливается исходя из обязательного выполнения запланированного объема и технологических профилактических работ: для грузовых локомотивов 1 ч; для пассажирских локомотивов и моторвагонного подвижного состава не более 2 ч. Техническое обслуживание ТО-2, как правило, совмещается с экипировкой и уборкой тягового подвижного состава.

Техническое обслуживание ТО-3 относится к ремонтному обслуживанию и производится, как и текущие виды ремонтов, в мастерских депо приписки локомотивов [1, с. 81].

1.2 Локомотивное хозяйство как источник загрязнения и методические основы оценки негативного воздействия их на окружающую среду

В локомотивном хозяйстве вода расходуется главным образом в основных и оборотных депо, где производят ремонт, обмывку, заправку и

обслуживание тепловозов и электровозов. Среднесуточное водопотребление на предприятиях локомотивного хозяйства составляет для основных депо около 300 м³, для оборотных - 50 м³, для пунктов технического обслуживания локомотивов - 30 м³. Годовое водопотребление на предприятиях локомотивного хозяйства составляет (без учета паровой тяги) около 100 млн. м³ [25, с. 133].

В депо эксплуатируется свыше 1600 стационарных компрессоров с водяным охлаждением. Оборотные системы охлаждения имеют примерно 10 % предприятий. Оборот охлаждающей воды осуществляется в депо, имеющих компрессорные установки с подачей более 10 м³/мин, и при дефиците водопроводной воды, оборот моющих растворов следует предусматривать во всех депо, где имеются моечные машины. Для обмывки электроподвижного состава также следует внедрять повторное использование обмывочной воды.

Осуществление указанных мероприятий даст возможность снизить рост потребления свежей воды в локомотивном хозяйстве, несмотря на планируемое увеличение объема перевозочной работы, и сократить от 10 до 15 % количество загрязнений, поступающих в водоемы со сточными водами.

Неполная раздельная система канализации имеет одну подземную сеть труб для отведения на очистные сооружения бытовых и загрязненных производственных сточных вод; остальные воды отводятся поверхностными лотками, кюветами и канавами в ближайшие водоемы. Такая система канализации от 40 до 50 % дешевле полной раздельной системы. В санитарном отношении обе системы недостаточно удовлетворительные, так как атмосферные стоки, которые всегда содержат загрязнения, отводятся в водоемы без очистки [5,с.147].

Полураздельная система канализации предусматривает укладку двух подземных сетей труб и каналов, по одной из которых отводятся на очистку бытовые, загрязненные производственные сточные воды и первые порции дождевых вод, смывающие загрязнение с поверхности земли. По второй сети удаляются относительно чистые дождевые воды и условно чистые производственные сточные воды. Обе сети соединяются в специальных

камерах, где происходит разделение дождевых вод на чистые и загрязненные и сливание последних с бытовыми стоками. Чистые дождевые стоки от соединительных камер по кратчайшему расстоянию выпускаются в ближайшие водоемы.

Применяется также частично-раздельная система канализации, состоящая из одной подземной сети для отведения бытовых и производственных сточных вод. В эту сеть отводят также дождевые и талые воды с небольших площадей. При этом допускается временное протекание жидкости с полным наполнением труб [20, с. 189].

Комбинированная система канализации предусматривает устройство для разных районов населенного пункта или крупной железнодорожной станции разных систем канализации.

Имеются железнодорожные объекты, канализованные с применением комбинированной системы. Она удобна для станций с поселками при необходимости очистки ливневых и производственных вод, когда на станциях требуется устройство полной раздельной системы, а для поселка целесообразнее неполная раздельная система.

На железнодорожных станциях и узлах поверхностный сток может быть сильно загрязнен за счет смыва нефтепродуктов с путей заправки бункеров, экипировки локомотивов, территории депо и др.

В последнее время контролирующие органы требуют очищать такие стоки даже при сбросе их в мощные водоемы, поэтому следует ожидать, что новые канализационные сооружения для многих станций будут строиться по комбинированной системе.

Сточные воды, образующиеся на железнодорожных узлах, станциях и отдельных предприятиях, делятся на бытовые, производственные и атмосферные. Вид сточных вод влияет на выбор схемы канализации, способа их очистки и конструкцию очистных сооружений [9, с. 83].

Бытовые сточные воды содержат минеральные, органические и бактериальные загрязнения (рисунок 1.2):

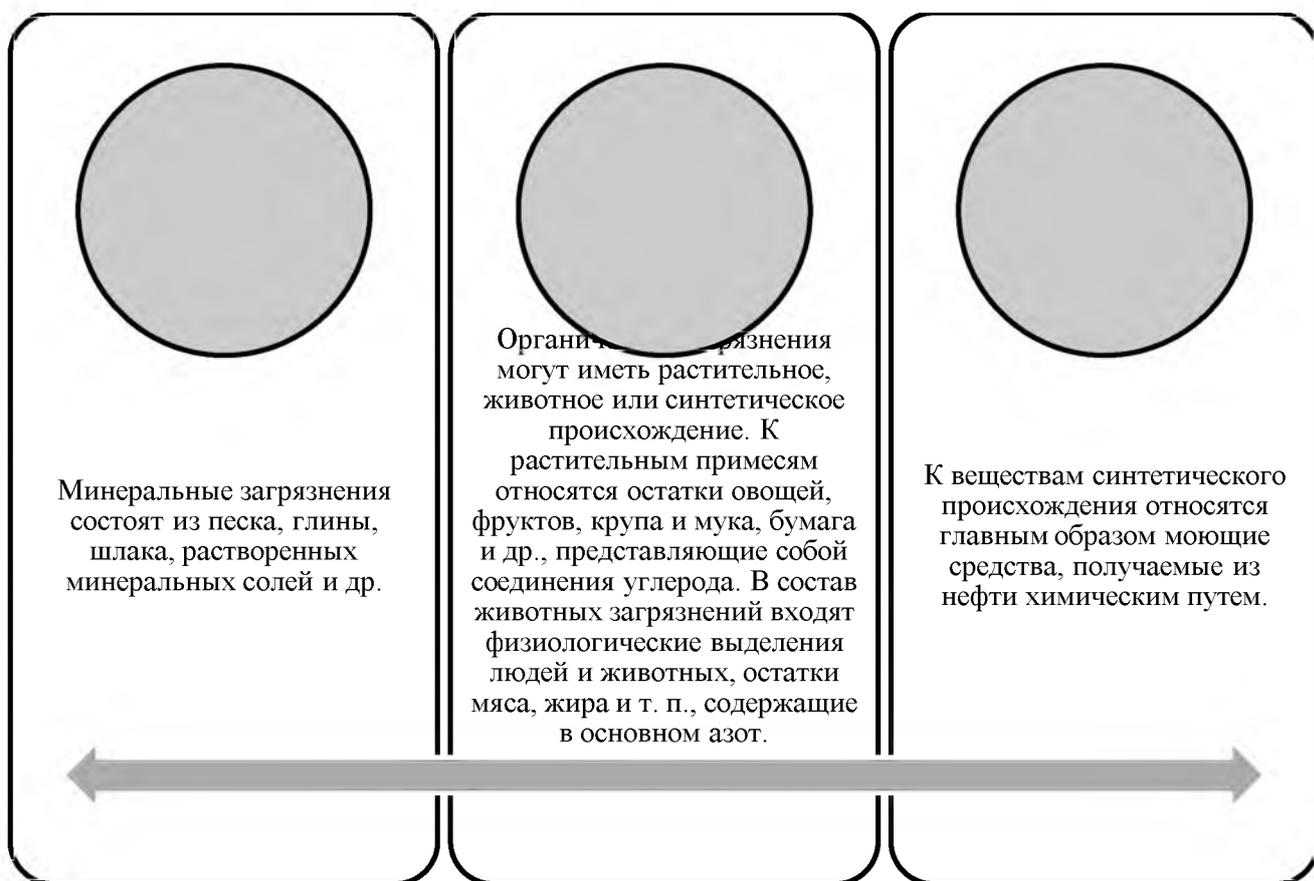


Рисунок 1.2 – Характеристика сточных вод

Сточные воды промывочно-пропарочных станций образуются при пропарке и промывке цистерн из-под нефти, мазута, масел, этилированного бензина и других наливных грузов. Загрязнены эти воды главным образом нефтепродуктами и минеральной взвесью. В них могут содержаться также растворенные щелочи, фенолы и другие вещества. Температура стоков достигает до 60°C . В сточные воды промывочно-пропарочных станций, на которых обрабатывают цистерны из-под наливных химических грузов, попадают щелочи, аммиак, фенолы, масляные антисептики, смолы и многие другие продукты. Эти воды содержат сложную смесь взвешенных эмульгированных и растворенных веществ, поэтому их очистка наиболее сложная [11, с. 169].

На многих предприятиях в канализацию сбрасывается также практически чистая вода от охлаждения компрессоров, дистилляторов и другого оборудования, которая часто составляет от 40 до 60% общего количества сточных вод на предприятии. Кроме того, в общую канализацию обычно

выпускают стоки от душевых, прачечных для спецодежды, умывальников.

Атмосферные (талые и дождевые) воды, стекающие с территории железнодорожных станций и предприятий, загрязняются главным образом нефтепродуктами, попадающими на землю или снег при заправке вагонных бункеров, из неплотно закрытых цистерн, при заливке топлива и масла в тепловозы и т. д. Нефтепродукты содержатся почти во всех производственных стоках железнодорожных предприятий.

Попадая в воду, основная масса нефтепродуктов быстро всплывает на поверхность и образует пленку различной толщины. Количество плавающих нефтепродуктов колеблется в широких пределах (от десятков миллиграммов до сотен граммов на литр воды) и зависит главным образом от организации технологического процесса, состояния оборудования, трубопроводов и т. п. Удаление из воды этой части нефтепродуктов не представляет затруднений и легко осуществляется в обычных нефтеловушках [23, с. 162].

В отличие от плавающих удаление эмульгированных нефтепродуктов представляет большие трудности, так как они могут длительное время находиться в воде, не укрупняясь и не всплывая. Слиянию отдельных частичек препятствует наличие у них электрического заряда, под действием которого вокруг частицы образуется «броня» из молекул воды, ионов растворенных солей и щелочей, поверхностно-активных веществ, частиц глины, шлама и т. д. Подъемная сила, обусловленная разностью плотностей воды и нефтепродукта, вследствие малого размера эмульгированных частичек оказывается недостаточной, чтобы обеспечить их всплывание, и они либо движутся вместе с водой, либо оседают на дно, образуя пропитанный нефтью осадок. Тяжелые мазуты и пропиточные масла с плотностью выше единицы также обычно скапливаются на дне.

Небольшое количество нефтепродуктов (от 5 до 20 мг/л) может находиться в воде в коллоидном и растворенном состоянии. Взвешенные вещества, загрязняющие стоки железнодорожных предприятий, в основном минерального происхождения. Удельный вес их равен 2—2,5 г/см³, поэтому

они быстро осаждаются. Например, от 90 до 95% взвеси, содержащейся в стоках пунктов обработки вагонов, выпадает в осадок до 10 мин. Однако в ряде случаев производственные стоки содержат органическую и мелкую минеральную взвесь, которую удастся удалить лишь при длительном отстаивании или с помощью коагулянта [13, с.70].

Цвет и запах характеризуют загрязненность сточных вод определенными веществами и имеют важное значение при выпуске сточных вод в водоемы. Определяют цвет и запах сточных вод органолептически и оценивают словами (например, бурый, серый, желтый цвет, мыльный, фенольный, нефтяной запах).

Объем (в мл/л) и вес (в мг/л) осадка определяют двухчасовым отстаиванием сточных вод в специальных цилиндрах емкостью 500—1000 мл, имеющих снизу узкую градуированную часть. Вес осадка определяют после высушивания его при 105° С. Количество взвешенных веществ (в мг/л) характеризует общее содержание в сточной воде нерастворенных загрязнений. Взвешенные вещества определяют фильтрованием средней пробы сточной воды через беззольный фильтр с последующей сушкой при 105° С и взвешиванием фильтра [7, с.153].

Биохимическая БПК и химическая ХПК потребности в кислороде (в мг/л) служат показателями загрязненности сточных вод органическими веществами и характеризуют способность этих веществ к окислению. Величина БПК представляет собой количество кислорода, которое необходимо для окисления органических веществ сточных вод аэробными бактериями.

Разница в содержании растворенного кислорода в исходной и конечной пробах сточной воды дает величину БПК за 5 суток БПК₅ или за 20 суток БПК₂₀. Установлено, что за 5 суток окисляется примерно 68%, а за 20 суток — 99% общего количества органических веществ, содержащихся в бытовых сточных водах.

Величина БПК не характеризует полного содержания органических веществ в сточной воде, так как часть из них не поддается биохимическому окислению, а часть расходуется на прирост биомассы. Для характеристики

общей концентрации органических веществ в сточных водах служит величина химической потребности в кислороде ХПК. Для ее определения пробу сточной воды окисляют химическим путем и по расходу окислителя (бихромата калия, иодата калия и др.) подсчитывают эквивалентное количество кислорода (в мг) на 1 л анализируемой воды [12, с. 152].

Для бытовых сточных вод БПК₂₀ составляет примерно 86% от ХПК. Для производственных стоков соотношение БПК и ХПК может колебаться в широких пределах (от 20 до 80%) в зависимости от природы загрязняющих воду веществ.

Содержание нитратов и нитритов (в мг/л) служит показателем полноты минерализации органических веществ, находящихся в сточных водах. Эти соли образуются в процессе разложения и окисления мочевины и других белковых соединений, которые содержатся в выделениях человека и животных и является основными составляющими загрязнения бытовых сточных вод. Эти соединения на первой стадии разложения образуют аммонийные соли, которые в дальнейшем последовательно окисляются до нитритов и нитратов. Этот процесс называется нитрификацией и осуществляется нитрифицирующими бактериями при наличии в воде достаточного количества растворенного кислорода.

Стойкость или относительная стабильность (в %) характеризует незагниваемость сточных вод и выражается отношением количества содержащегося в воде кислорода (растворенного или в виде нитратов и нитритов) к БПК. Чем больше это отношение, тем более устойчива сточная вода к загниванию. Например, бытовые сточные воды, поступающие на очистные сооружения, имеют показатель стабильности менее 10% и загнивают уже через 0,5 суток, а после полной биологической очистки — 99% и могут загнивать только на двадцатые сутки.

Реакция сточных вод (величина рН) характеризует кислые или щелочные свойства воды и выражается величиной отрицательного логарифма концентрации водородных ионов. Так, при рН = 7 вода нейтральна, при рН < 7

имеет кислую, а при $pH > 7$ щелочную реакцию [19,с.167].

Изменение величины pH на одну единицу соответствует изменению содержания кислоты или щелочи в воде в 10 раз. Определяют pH с помощью индикаторной бумаги (по изменению ее окраски) или специальными приборами pH -метрами.

Бытовые сточные воды обычно имеют pH от 7,2 до 7,3, т. е. слабо щелочную реакцию. Величина pH производственных стоков железнодорожных предприятий может сильно колебаться (от 3—4 до 10—13) в зависимости от попадания кислот и щелочей. Для обеспечения нормальной работы биологических очистных сооружений величина pH должна находиться в пределах от 7 до 7,6, при коагуляции — от 6,5 до 8,5.

Кислотность или щелочность сточных вод характеризует количество щелочи или кислоты, которое необходимо затратить для нейтрализации сточных вод. Выражают кислотность и щелочность в миллилитрах нормального или децинормального раствора щелочи или кислоты, пошедшего на титрование 1 л воды [2,с.136].

Основными видами загрязнений производственных вод от перечисленных объектов являются нефтепродукты, механические примеси, кислоты, щелочи, хлориды, сульфаты. Концентрация нефтепродуктов в стоках депо и ремонтных заводов составляет от 200 до 8000 мг/л, а взвешенных веществ — от 600 до 1400 мг/л; наиболее загрязнены моющие растворы и обмывочные воды от моечных машин различного назначения: в них содержится от 2000 до 20000 мг/л нефтепродуктов, до 10 000 мг/л взвешенных веществ, щелочность их составляет от 60 до 750 мг-экв/л.

В целях защиты водоемов от загрязнения производственные воды депо должны подвергаться очистке на местных очистных сооружениях, после чего их следует возвращать в производство для повторного использования, а при невозможности или нецелесообразности такого решения — сбрасывать в канализацию населенных мест для дальнейшей более глубокой очистки совместно с бытовыми водами [26,с.89].

Для очистки сточных вод железнодорожных предприятий применяют механические, физико-химические, химические и биохимические методы. Выбор способа очистки определяется составом загрязнений, расходом сточных вод и требуемой степенью их очистки, которая зависит от того, куда направляются очищенные стоки (в оборот, в водоем, в городскую или станционную канализацию и т. д.) [15, с.128].

Механической очисткой из производственных стоков удаляют грубые нерастворенные примеси (мусор, песок, шлам, плавающие нефтепродукты, обтирочные концы). Для этого стоки процеживают через решетки, отстаивают в песколовках, нефтеловушках, смоло-маслоуловителях, отстойниках, пропускают через фильтры и гидроциклоны..

К физико-химическим методам относятся коагуляция, флотация, аэрация, сорбция, экстракция, ионный обмен, к химическим— озонирование, хлорирование, нейтрализация [17, с.148].

При коагуляции к сточной воде добавляют специальные реагенты, которые вызывают укрупнение и слипание мелкодисперсных и коллоидных примесей. Образующиеся при этом хлопья выпадают в осадок или всплывают.

Флотация — это удаление загрязнений мелкими пузырьками воздуха, которыми насыщают сточную воду.

Аэрация представляет собой окисление растворенных загрязнений кислородом воздуха и перевод летучих веществ в газовую фазу.

Сорбция, или поглощение загрязняющих воду растворенных примесей различными твердыми веществами (активированным углем, коксом), происходит за счет молекулярного притяжения и химического взаимодействия веществ [22, с. 120].

Экстракция представляет собой выделение загрязнений введением в сточную воду не смешивающегося с ней растворителя (экстрагента), в котором вещество, загрязняющее воду, растворяется лучше, чем в воде.

Биохимический метод обычно применяют при совместной очистке бытовых и производственных стоков [4, с 167]. Выбор метода очистки сточных

вод показан в таблице 1.

Таблица 1 - Выбор метода очистки сточных вод

Гетерогенные системы		Гомогенные системы	
Взвеси (суспензии, эмульсии, микроорганизмы и планктон)	Коллоидные растворы, высокомолекулярные соединения и вирусы	Молекулярные растворы (газы, растворимые органические вещества)	Ионные растворы (соли, кислоты, основания)
Группа I от 10^{-2} до 10^{-4} см	Группа II от 10^{-5} до 10^{-6} см	Группа III от 10^{-6} до 10^{-7} см	Группа IV от 10^{-7} до 10^{-8} см
Механическое безреагентное разделение	Диализ, ультрафильтрация	Аэрация, эвапорация	Гиперфильтрация
Окисление хлором, озоном и др.	Окисление хлором, озоном и др.	Окисление хлором двуокисью хлора, озоном, перманганатом	Перевод ионов в малорастворимые соединения, в том числе и окислением
Флотация суспензий и эмульсий	Коагуляция коллоидных примесей	Экстракция органическими растворителями	Сепарация ионов при различном фазовом состоянии воды
Адгезия на гидроокисях алюминия или железа и высокодисперсных материалах	Адсорбция на гидроокисях алюминия, железа и на глинистых минералах	Адсорбция на активированных углях и других материалах	Фиксация ионов на твердой фазе ионитов
Агрегация с помощью флокулянтов	Агрегация с помощью флокулянтов катионного типа	Ассоциация молекул	Перевод ионов в малодиссоциированные соединения
Электрофильтрация суспензий и электроудерживание микроорганизмов	Электрофорез и электродиализ	Поляризация молекул в электрическом поле	Использование подвижности ионов в электрическом поле
Бактерицидное воздействие на патогенные микроорганизмы и споры	Вирулицидное воздействие	Биохимический распад	Микробное выделение ионов металлов

Примеси группы II, представляющие собой разные типы гидрофильных и гидрофобных коллоидных систем, высокомолекулярные вещества и детергенты, способные в зависимости от условий менять свою агрегативность, могут удалять из воды различными методами и технологическими приемами. Так, применяется обработка воды хлором, озоном и другими окислителями. При этом снижается цветность воды, уничтожаются микроорганизмы, разрушаются гидрофильные коллоиды, создаются условия для ускорения

процесса осаждения хлопьев при коагулировании [8,с.137].

Для группы III примесей, являющихся молекулярными растворами, наиболее эффективные процессы, обеспечивающие их удаление из воды, аэрирование, окисление, адсорбция. Растворенные в воде газы и летучие органические вещества удаляются аэрированием воды или обработкой ее определенными химическими реагентами.

Установки, предназначенные для осуществления этих процессов, могут дополнять основные очистные сооружения. Иногда молекулярные и ионные примеси можно удалять параллельно с выделением гетерофазных загрязнений в типичной для них аппаратуре [21,с.133].

2 Анализ состояния и оценка негативного воздействия на окружающую среду локомотивного депо «Краснодар-1» Краснодарского отделения СКЖД

2.1 Общая характеристика исследуемого предприятия особенности технологии

Полное наименование: Локомотивное депо Краснодар-1 Краснодарского отделения структурного подразделения СКЖД филиала ОАО «РЖД».

Почтовый и юридический адрес предприятия: 350033 г.Краснодар, Привокзальная площадь 11 (рисунок 2.1).

Локомотивное депо Краснодар входит в состав Краснодарского отделения СКЖД. Основано депо в 1788г. Площадь территории депо составляет 128701м², из них: 11650 м² асфальтовое покрытие, 75873 м² грунтовое покрытие, 2105 м² газонное покрытие. Общее число работающих на предприятии 986 человек.



Рисунок 2.1- Локомотивное депо «Краснодар-1» Краснодарского отделения СКЖД

Депо расположено на четырех промплощадках. Основная площадка

предприятия находится по адресу: г.Краснодар, Привокзальная площадь 11, её площадь 65912 м². На севере предприятие граничит с вагонным депо и дистанцией гражданских сооружений, на востоке расположены трамвайные пути, на юге – тракционные пути ст.Краснодар-1, на западе – дистанция водоснабжения.

Площадка 2 – топливный склад (ТНТС), площадью 34500 м², расположен восточнее основного производства. На севере топливный склад граничит со стадионом «Кубань», на востоке начало улиц Радио и Володарского.

ПТО Краснодар-Сортировочный, площадью 19206 м² расположен по ул.Демуса в восточной части г.Краснодара. На севере ПТО граничит с заводом ЖБИ и трестом «Связьстрой-2», на юге – с территорией ст. Краснодар-Сортировочный.

Оборотное депо Горячий Ключ, площадью 9083 м², расположено в г.Горячий ключ в районе Вокзальной площади. На севере, юге, юго-востоке граничит с различными железнодорожными службами, на северо-западе с лесхозом, на западе с территорией тунельно-мостового отряда.

Локомотивное депо состоит из цеха эксплуатации и цеха ремонта. Цех ремонта в свою очередь подразделяется на следующие цеха и отделения:

- 1 Механическое отделение. Механическое отделение изготавливает детали для всех цехов депо и обрабатывает их после наплавки.
- 2 Кузнечное отделение. Кузнечное отделение производит изготовление заготовок.
- 3 Сварочное отделение. Сварочное отделение производит сварку, резку, наплавку деталей.
- 4 Дизельагрегатный цех, включает в себя: дизель-заготовительное отделение, фильтро-комплектовочное отделение, отделение по ремонту шатунно-поршневой группы.
- 5 Электромашинный цех. Электромашинный цех производит очистку, продувку электромашин, разборку, ремонт по циклу ТР-2, ТР-3, покрытие лаком, эмалью, сушку, дефектоскопию, смену масла в трансформаторе.

- 6 Аккумуляторный участок. Аккумуляторный участок производит зарядку аккумуляторных батарей, приготовление дистиллированной воды, электролита, покрытие электротехническим вазелином, мойку аккумуляторных батарей.
- 7 Топливный цех. Топливный цех производит ремонт топливной аппаратуры при плановых и неплановых ремонтах, ремонт гидравлических гасителей колебаний, проверку топливных насосов дизелей на производительность.
- 8 Автоматный цех. Автоматный цех производит разборку и ремонт автотормозного оборудования. В процессе ремонта детали промываются керосином. В процессе сборки производится смазка: ЦИАТИМ 221, ЖТКЗ, ПГК, маслом компрессорным.
- 9 Скоростимерный цех. В скоростемерном цехе производится разборка скоростемеров, промывка механизма керосином, ремонт, смазка деталей часовым маслом, сборка, проверка приборов.
- 10 Цех КИП. В цехе КИП производится разборка приборов, промывка механизма и контактов, ремонт, сборка, поверка приборов.
- 11 Электроаппаратный цех. Электроаппаратный цех производит очистку электроаппаратов, разборку, ремонт по циклу ТР-2, ТР-3, покраску, испытание на прочность, прожировку ЖТКЗ-62.
- 12 Роликовое отделение. Роликовое отделение производит мойку подшипников, смазку маслом, заправку букс ЖРО. Тележечное отделение производит разборку тележек по циклу ТР-3, зачистку, обмеловку, дефектоскопию, покраску.
- 13 Экипажный цех. Экипажный цех производит ремонт редукторов, обточку колесных пар на станке, дефектоскопию, обмеры.

Вспомогательные отделения: деревообрабатывающий участок, гараж, очистные сооружения. Локомотивное депо Краснодар со всех сторон граничит с железнодорожными структурами, относится к 4 классу опасности и имеет нормативный размер санитарно-защитной зоны 100 метров.

Основная деятельность депо: эксплуатация подвижного состава,

выполнение работ по проведению технического обслуживания и технического ремонта подвижного состава. Данная деятельность приводит к образованию отходов, выбросов от стационарных и передвижных источников и сбросов сточных вод.

Основные технологические процессы, приводящие к образованию опасных отходов - ремонт и техническое обслуживание тепловозов. При эксплуатации подвижного состава образуется отход отработанного масла.

Ремонт и техническое обслуживание производится тепловозам серий 2ТЭ10 (в объёмах ТР-2, ТР-1, ТО-3), ЧМЭЗ (в объёмах ТР-2, ТР-1, ТО-3), ТЭМ2 (в объёме ТР-2), ТЭ116 (в объёме ТО-3) и электропоездам (в объёмах ТР-3, ТР-2, ТР-1, ТО-3, ТО-2). При текущем осмотре третьего объёма (ТО-3) выполняются следующие виды работ:

— Для тепловозов: очистка цилиндрических окон от нагара, очистка дренажных труб, (форсунки снимаются для испытания на стенде), замена масла в регуляторе числа оборотов (через одно ТО-3), снятие воздушных фильтров для очистки, снятие масляных фильтров грубой очистки для очистки и ремонта, продувка эл. машин сжатым воздухом, обтирка.

— Для электропоездов: санитарная обработка, продувка электрических машин и электроаппаратов, протирка изоляторов электрической части поезда, замена щеток электромашин при необходимости, проверка уровня и плотности электролита аккумуляторной батареи, смазка узлов и деталей.

При текущем осмотре второго объёма (ТО-2) выполняются следующие виды работ для электропоездов: уборка, продувка, очистка крышевого оборудования, зашлифовка угольных вставок токоприёмников, замена неисправных и изношенных щёток, смазка буксовых наличников, пятников, шпунтов переходных площадок.

При текущем ремонте первого объёма (ТР-1) выполняются все вышеперечисленные работы и, кроме того:

- для тепловозов: снятие турбокомпрессора для ремонта (2ТЭ10), снятие центробежного фильтра масла для очистки и ремонта. При необходимости

добавить смазку в воздушные фильтры, компрессор, подшипники двухмашинного агрегата, тягового генератора, синхронного подвозбудителя (2ТЭ10), тяговых электродвигателей, в моторно-осевые подшипники. После ремонта провести контрольно-реостатные испытания.

- для электропоездов: санитарная обработка, продувка эл.машин и эл.аппаратов, протирка изоляторов эл.части поезда, замена щеток эл.машин при необходимости, проверка уровня и плотности электролита аккумуляторной батареи, смазка узлов и деталей.

При текущем ремонте второго объёма (ТР-2) для тепловозов: выполняется ремонт дизеля с разборкой: снятие основных узлов (редуктора, компрессора, водяных насосов, воздухонагревателей), секций холодильника, воздушных и масляных фильтров, аккумуляторных батарей для ремонта.

Производится замена масла дизеля, моторно-осевых подшипников, осевых упоров, тягового редуктора. Добавляется смазка в буксовые подшипники, восстанавливается повреждённая окраска. Проводятся полные реостатные испытания.

При текущем ремонте второго и третьего объёмов электропоездов выполняются следующие виды работ: снимаются, разбираются и ремонтируются электроаппараты, тележки, электромашины, трансформаторы, реакторы, контрольно-измерительные приборы, автотормозное оборудование (компрессоры, приборы безопасности), восстановление повреждённой окраски.

2.2 Источники загрязнения и оценка негативного воздействия локомотивного хозяйства на окружающую среду

Основными источниками загрязнения атмосферы являются котельная, ремонтные цеха и передвижные источники - тепловозы и автотранспорт, используемый для подвоза локомотивных бригад.

Общее количество источников выбросов вредных веществ от локомотивного депо составляет 66, из них организованных – 29,

неорганизованных – 37. Валовой выброс загрязняющих веществ в год от всего предприятия составляет 25,4745504т. В выбросах предприятия содержатся 28 веществ, загрязняющих атмосферный воздух, различного агрегатного состояния. Приоритетными веществами в выбросах депо являются оксид углерода, диоксид азота и серы диоксид. Общий годовой объем выбрасываемых веществ указан ниже в таблице2.

Таблица 2.1 - Годовой объем загрязняющих веществ, выбрасываемых от стационарных источников предприятия (%)

Наименование загрязняющего вещества	ПДК _{мр} , мг/м ³	ПДК _{сс} , мг/м ³	ОБУВ	Класс опасности	Фактический выброс, т/год
Железа оксид	-	0,04	-	3	0,0592680
Марганец и его соед.	0,01	0,001	-	2	0,0041810
Натрия гидроксид	0,01	-	-	2	0,0000120
Натрия карбонат	0,04	-	-	3	0,0003600
Олова оксид	-	0,02	-	3	0,0000004
Свинец и его соед.	0,001	0,0003	-	1	0,0000010
Азота диоксид	0,085	0,04	-	2	5,6753460
Аммиак	0,2	0,04	-	4	0,0002000
Кислота серная	0,3	0,1	-	2	0,0000180
Сажа	0,15	0,05	-	3	0,0396820
Серы диоксид	0,5	0,05	-	3	0,4676855
Сероводород	0,008	-	-	2	0,0001530
Углерода оксид	5,0	3,0	-	4	16,852060
Бенз(а)пирен	-	10 ⁻⁶	-	1	0,0000067
Спирт метиловый	1,0	0,5	-	3	0,0000460
Бензин	1,0	-	-	4	0,2701410
Масло минеральное	-	-	0,05	4	0,0000001
Уайт спирт	-	-	1,0	4	0,5630050
Окрасочная аэрозоль	-	0,03	-	3	0,5141250
Пыль косточковая	-	-	0,01	3	0,0015700
Пыль шлака	0,3	0,1	-	3	0,0000080
Зола углей	0,05	0,02	-	2	0,0644000
Пыль угля	-	-	0,15	3	0,0456508
Пыль графитовая	-	-	0,15	3	0,0000048
Итого:					25,4745504

На предприятии имеется пылегазоочистное оборудование, часть из которого была установлена после расчета предельно-допустимых выбросов (ПДВ) и определения необходимости дополнительной очистки для достижения нормативов ПДВ[9]. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

предприятием представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2- Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

Наименование показателей	Единица измерения	Величина показателей за отчетный период	
		текущего года	предыдущего года
Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников	тонн	25,53	38,60
Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ от передвижных источников - всего	тонн	416,74	572,22
в том числе			
от маневровых и магистральных тепловозов	тонн	400,04	564,12
от самоходного специального подвижного состава	тонн	0,00	0,00
от автотранспортных средств, тракторов, самоходных дорожно-строительных и иных машин	тонн	16,70	8,10

Водоснабжение холодной водой осуществляется от сетей НГЧ-7 СКЖД. В локомотивном депо Краснодар функционирует хозяйственная, ливневая и производственная канализации.

Хозяйственные стоки без очистки (за исключением жируловителей от столовой) передаются в канализационный коллектор НГЧ-7, а ливневые и производственные стоки подаются на локальные очистные сооружения предприятия. Из коллектора дистанции гражданских сооружений (НГЧ-7) стоки попадают в общесплавной коллектор МУП «Водоканал», в который попадают практически весь организованный сток города.

Производственные и ливневые стоки по своей особенности (и те и другие содержат нефтепродукты) не разделяются и имеют совместимые коллекторы и колодцы. В локомотивном депо Краснодар функционируют собственные локальные очистные сооружения.

Общее количество сточных вод - 50 м³/сутки, в том числе сточные воды от моечной машины ММД-12-9м³/сутки, от сборных лотков веерных путей - 3

м³/сутки, от моечной - 12 м³/сутки, ливневые стоки и прочее - остальное.

Фактический сброс представляет собой:

- нефтепродукты 1,3 мг/л;
- взвешенные вещества 20,0 мг/л;

ПДС воды после очистных сооружений в канализационный коллектор:

- взвешенные вещества - 234,61 мг/л
- нефтепродукты - 0,05 мг/л (требование МУП «Водоканал»)

При проведении работ на подразделениях предприятия образуются следующие виды отходов:

1. Кузнечное отделение производит изготовление заготовок и образует отходы угольного шлака.

2. Механическое отделение изготавливает детали для всех цехов депо и обрабатывает их после наплавки - отходы стружки черного металла, пыли абразивной.

3. Сварочное отделение производит сварку, резку, наплавку деталей - отходы огарков сварочных электродов, обрезки металла, ила карбидного.

4. Дизель-заготовительное отделение производит ремонт цилиндрических втулок, редукторов, воздухонагревателей, валов приводов, водяных насосов, вентиляторов, турбокомпрессоров – отход промасленная ветошь.

5. Электромашинный цех производит очистку, продувку электромашин, разборку, ремонт по циклу ТР-2, ТР-3, покрытие лаком, эмалью, сушку, дефектоскопию, смену масла в трансформаторе – отходы металлолома цветного, отработанного масла, тары от лако-красок.

6. Аккумуляторный участок производит зарядку аккумуляторных батарей, приготовление дистиллированной воды, электролита, покрытие электротехническим вазелином, мойку аккумуляторных батарей - отходы отработанных аккумуляторов, кислотного и щелочного электролитов.

7. Топливный цех производит ремонт топливной аппаратуры при плановых и неплановых ремонтах, ремонт гидравлических гасителей колебаний, проверку топливных насосов дизелей на производительность -

отходы промасленная ветошь, отработанный керосин. Деревообрабатывающий участок производит столярные изделия – отходы опилки, стружка, кусковые отходы.

8. Автоматный цех производит разборку и ремонт автотормозного оборудования. В процессе ремонта детали промываются керосином. В процессе сборки производится смазка: ЦИАТИМ 221, ЖТКЗ, ПГК, маслом компрессорным – отходы промасленная ветошь, отработанные нефтепродукты.

9. В скоростемерном цехе производится разборка скоростемеров, промывка механизма керосином, ремонт, смазка деталей часовым маслом, сборка, проверка приборов - отходы промасленной ветоши, отработанных нефтепродуктов.

10. В цехе КИП производится разборка приборов, промывка механизма и контактов, ремонт, сборка, поверка приборов – отходы промасленной ветоши, отработанные нефтепродукты.

11. Электроаппаратный цех производит очистку электроаппаратов, разборку, ремонт по циклу ТР-2, ТР-3, покраску, испытание на прочность, прожировку ЖТКЗ-62 – отходы изношенные медные контакты, тара от лакокрасок.

12. Роликовое отделение производит мойку подшипников, смазку маслом, заправку букс ЖРО. Тележечное отделение производит разборку тележек по циклу ТР-3, зачистку, обмеловку, дефектоскопию, покраску.

13. Экипажный цех производит ремонт редукторов, обточку колесных пар на станке, дефектоскопию, обмеры - отходы: металлическая стружка, промасленная ветошь, тара от лако-красок.

14. Отходы, образующиеся от деятельности гаража: шины отработанные, отработанные моторные и трансмиссионные масла, промасленная ветошь, промасленные фильтры.

При эксплуатации административно-бытовых и производственных помещений образуются также отходы отработанных люминесцентных ламп и бытовые отходы.

Всего на предприятии 55 видов отходов. Из них 1 вид отхода 1 класса опасности, 3 вида – 2-го класса опасности, 19 видов – 3-го класса опасности, 20 видов – 4-го класса опасности и 12 видов – 5-го класса опасности.

Депо осуществляет следующие виды деятельности по обращению с опасными отходами:



Рисунок 2.2- Этапы обращения с отходами

Основной задачей шламовой площадки является: обеспечение обезвоживания шлама, поступающего из накопительной емкости посредством насоса.

Влажность поступающего шлама 97- 99%. Площадка расположена ниже поверхности земли и имеет размеры: 8,85 x 2,7м², высоту - 2,1м и разделена на три отделения: отделение для осадка, отделение для песчано-гравийного фильтра, отделение для отфильтрованной воды. Такое деление на части предназначено для:

- улучшения длительности обезвоживания шлама посредством песчано-гравийного фильтра путем подачи на одну из частей шламовой площадки, что ведет к уменьшению влажности шлама, подготавливаемого к вывозу;
- большего удобства при сборе шлама и погрузке его на автотракторную технику.

Наименование отходов, классы опасности и количество отходов приведены в таблице 2.3 .

Таблица 2.3 -Отходы производства локомотивного депо «Краснодар-1»

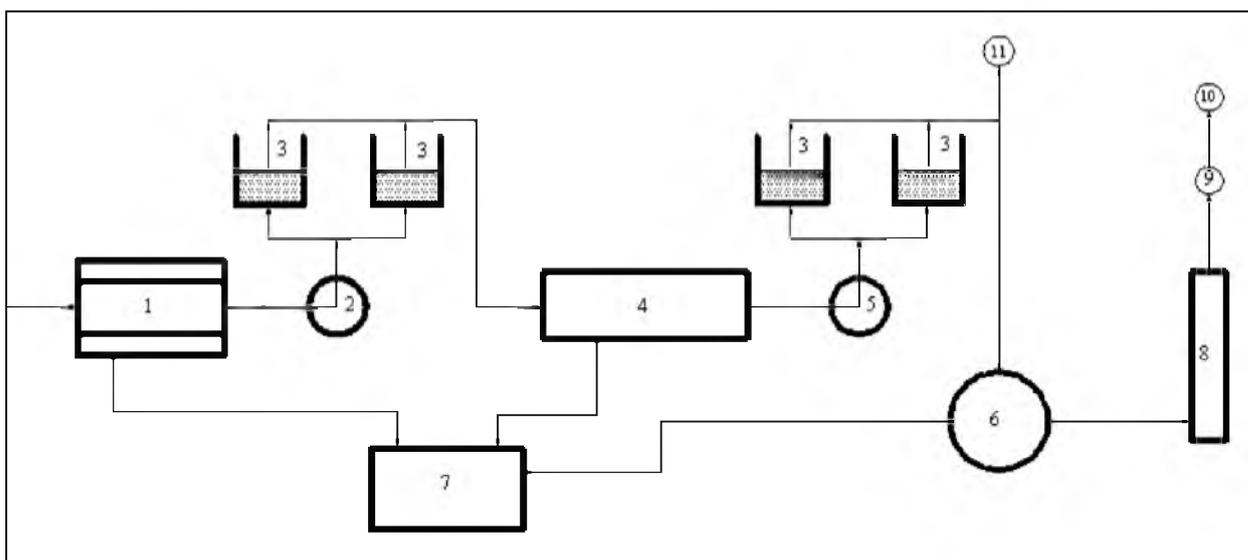
Наименование отхода	Класс опасности	характеристика отходов (состав, содержание элементов, состояние вес.)	Периодичность вывоза, раз в год	Кол-во отходов, т/год	Использование отходов	
					Передано другим предприятиям, т/год	Складировано на полигонах, т/год
1 Обтирочный материал, загрязненный маслами	3	Ткань х/б	1	0,045	Угольная котельная 0,045	-
2 Всплывающая пленка из нефтеуловителей	3	Нефтешлам, жидкое	1	6,9	Мазутная котельная 6,9	-
3 Уголь активированный загрязненный минеральными маслами (содержание масла <15%)	4	Уголь, твердое	1	6		Организованная свалка о
4 Мусор от бытовых помещений	4	Пищевые отходы, бумага, стекло, пластмасса, полиэтилен	150	0,5	-	Организованная свалка г.Краснодар 0,5
5 Минеральные шламы (осадок из очистных сооружений после обезвоживания)	5	-	по мере образования	40	Используется для ремонта дорог на предприятии 40	-

Объемы отходов производства и потребления локомотивного депо «Краснодар-1» представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Объемы отходов производства локомотивного депо

Наименование показателей	Ед. измерения	Величина показателей	
		текущего года	предыдущего года
Образовалось отходов	тонн	209,62	229,64
Использовано отходов в технологических процессах и обезврежено на собственных площадках	тонн	6,25	27,17
Передано отходов другим организациям для использования, обезвреживания, хранения, захоронения	тонн	211,38	188,97

Очистные сооружения представлены механической (керамзитовые фильтры), флотационной (флотатор) и биологической (биореактор) ступенями очистки. Сточные воды содержат до 100 мг/л нефтепродуктов. Механической очисткой обеспечивается очистка стоков от нефтепродуктов до 20 мг/л, а флотационная установка и биореактор дочищают стоки до концентрации нефтепродуктов 1,3 мг/л. Всплывшие нефтепродукты забираются маслосборными лотками и откачиваются насосом в емкость для сбора масла. Удаление выпавшего осадка производится гидроэлеватором из приямка (рисунок 2.3).



нефтеловушка, 2- насосы, 3- керамзитовые фильтры, 4- камера «чистой воды», 5- насосы, перекачивающие стоки с отстойников на вторую очередь керамзитовых фильтров, 6- флотатор, 7- шламонакопитель, 8- биореактор, 9- колодец сброса чистой воды, 10- колодец коллектора НГЧ-7, 11- колодец подачи стоков на мойку тепловозов для повторного использования.

Рисунок 2.3 – Схема очистных сооружений локомотивного депо

Затем очищаемые воды проходят через керамзитовые фильтры снизу вверх. Промывка фильтра осуществляется насосом из резервуара очищенной воды. Интенсивность промывки $10 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$.

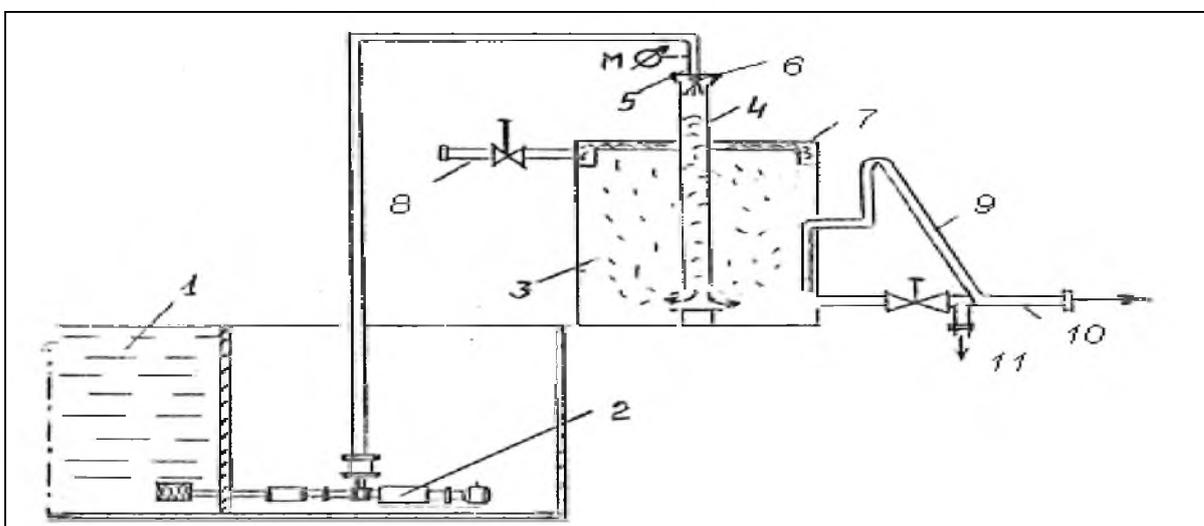
Сточные воды на выходе имеют следующие показатели:

- нефтепродукты, 20 мг/л;
- взвешенные вещества 150 мг/л;
- ХПК 1500 мг O_2 /л;
- рН 7,5 - 9,5.

Состав очистных сооружений:

- нефтеловушка $V=84\text{м}^3$;
- КНС с двумя насосами;
- фильтры с площадью фильтрации 3м^2 , наполнитель керамзит;
- водозаборная камера $74,6\text{м}^3$ для сбора очищенной воды;
- насосная станция подачи очищенных стоков на производство;
- флотатор;
- биореактор.

Схема флотационной камеры показана на рисунке 2.4.



1- отстойник; 2- насос; 3- флотатор; 4- аэрационная колонка; 5- подающий трубопровод; 6- насадка; 7- сборный лоток; 8- сливной трубопровод для нефтешлама; 9- сифон; 10 - сброс; 11- выпуск осадка.

Рисунок 2.4. Схема доочистки сточных вод флотационным методом

Характеристика флотационной установки:

- диаметр коллектора 30 мм;
- диаметр аэрационной колонны 100 мм;
- диаметр насадки 10 мм;
- давление жидкости перед насадкой 4,35 м вод.ст.;
- диаметр флотатора 2 м;
- высота флотатора 2,5.

Место установки флотатора - на крыше двухсекционного отстойника.

Нефтепродукты в виде пенного слоя во флотаторе сгребаются и

удаляются в декантатор, где разрушаются. После осаждения пены нефтепродукты с помощью насосной установки подаются в существующую емкость нефтепродуктов, и далее на площадку утилизации нефтепродуктов.

Годовое количество нефтепродуктов составляет 6,9 т.

Характеристика качества воды после очистки флотационным методом:

- нефтепродукты 5,0 мг/л;
- взвешенные вещества 30,0 мг/л;
- ХПК 250 – 500 O_2 /л;
- рН 7,5- 8,5.

На последнем этапе сточные воды подвергают биологической очистке с помощью высокоэффективных специально селекционированных, иммобилизованных на волокнистой насадке типа ВИЛ микроорганизмов.

Биореактор представляет собой прямоугольную металлическую емкость размерами 3x4,5x2,8 м. Внутри емкость разделена на 3 отсека по 1,5 м перегородками; в первых двух по ходу течения воды отделены перегородками зоны аэрирования длиной по 0,4 м. На дне этих зон проложены трубы с аэраторами, через которые подается воздух из существующего на территории очистных сооружений воздуховода для аэрации воды. Остальная часть пространства заполняется кассетами с волокнистой насадкой типа ВИЛ с иммобилизованными на ней высокоэффективными нефтеокисляющими микроорганизмами.

Сточная вода поступает сверху в первую зону аэрации, снизу вверх проходит через зону с волокнистой насадкой и поступают снова сверху во вторую зону аэрации и далее переливаясь проходит через два отсека с насадкой и снизу последней зоны через гидро-затвор для поддержания уровня воды в биореакторе самотеком поступает в сбросной коллектор городской канализации.

Характеристика качества воды после доочистки биологическим методом:

- нефтепродукты 1,3 мг/л;
- взвешенные вещества 20,0 мг/л;

- ХПК 100 мг O₂/л;

- рН 6,5 – 8.

На предприятии существует система повторного использования сточных вод на мойке тепловозов, которая позволяет значительно снизить объемы потребляемой воды от источника потребления - НГЧ-7. Вода на повторное водоснабжение подается из камеры «чистой воды», после прохождения механической очистки стоков(таблицы 2.5,2.6.2.7).

Таблица 2.5 Перечень загрязняющих веществ локомотивного депо

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/л	Класс опасности вещества
Взвеси	10	4
Нефтепродукты	0,05	4

Таблица 2.6 Показатели водопотребления локомотивного депо

Наименование показателей	Единица измерения	Величина показателей за отчетный период	
		2024 г.	2023 г.
Использовано воды - всего	тыс.куб.м	106,38	138,29
в том числе на производственные нужды	тыс.куб.м	83,01	109,24
Расходы воды в системах оборотного водоснабжения	тыс.куб.м	0,56	0,56
Расходы воды в системах повторного водоснабжения	тыс.куб.м	5,60	5,60
Водооборот	%	6,91	5,34

Таблица 2.7 -Показатели водоотведения локомотивного депо, тыс.куб.м

Наименование показателей	Величина показателей за отчетный период	
	2024 г.	2023 г.
Отведено сточных вод в окружающую среду - всего	0,00	0,00
в том числе:		
Нормативно чистых	0,00	0,00
загрязненных	0,00	0,00
Отведено в поверхностные водные объекты	0,00	0,00
Отведено на рельеф местности	0,00	0,00
Передано сточных вод в канализационные сети НГЧ	75,51	125,28

Содержание загрязняющих веществ, в том числе и нефтепродуктов превышает и составляет до 2 ПДК.

Необходимо учитывать, что при сбросе сточных вод или других видах хозяйственной деятельности, влияющих на состояние водных объектов рыбохозяйственного значения, нормативы качества поверхностных вод или их природные состав и свойства (в случае природного превышения этих нормативов) должны соблюдаться но не далее чем 500 м сброса сточных вод.

Ниже в таблице 2.8 представлены результаты расчета фактической эффективности на различных стадиях очистки.

Таблица 2.8 – Эффективность очистных сооружений локомотивного депо

Наименование очистных сооружений, метод очистки	Эффективность очистки			% очистки
	Наименование загрязняющего ингредиента	Концентрация загрязнений (мг/л)		
		до очистки	после очистки	
Нефтеловушка	Взвешенные вещества	1000	600	40
	Нефтепродукты	100	50	50
Керамзитовые фильтры I ступени	Взвешенные вещества	600	250	58
	Нефтепродукты	50	35	30
Керамзитовые фильтры II ступени	Взвешенные вещества	250	150	40
	Нефтепродукты	35	20	43
Флотатор	Взвешенные вещества	150	40	73
	Нефтепродукты	20	5	75
Биореактор	Взвешенные вещества	30	20	50
	Нефтепродукты	5	1,3	74

Плата за негативное воздействие на окружающую среду локомотивным депо представлена в таблице 2.9.

Сброс веществ на уровне установленных нормативов ПДС является нормативом допустимого воздействия, не наносит вреда окружающей среде, обеспечивает экологическое благополучие водного объекта, безопасное использование водного объекта для соответствующих целей и определяется ассимилирующей способностью конкретного водного объекта. В соответствии со ст. 75 ФЗ «Об охране окружающей среды» за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды устанавливается имущественная,

дисциплинарная, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством. Следовательно, необходимо предусмотреть комплекс мероприятий для снижения концентрации нефтепродуктов до ПДК.

Таблица 2.9 – Плата за негативное воздействие на окружающую среду локомотивного депо

Наименование показателей	Единица измерения	Величина показателей за отчетный период	
		2024 г.	2023 г.
Плата за допустимые выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, размещение отходов всего:	тыс.руб.	171,83	59,02
в том числе:			
атмосферный воздух	тыс.руб.	24,87	13,75
в том числе от передвижных источников	тыс.руб.	23,61	13,75
в водные объекты	тыс.руб.	0,03	0,00
за размещение отходов	тыс.руб.	146,93	45,27
Плата за сверхнормативные выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, размещение отходов всего:	тыс.руб.	42,93	40,74
в том числе			
атмосферный воздух	тыс.руб.	7,27	30,52
в водные объекты	тыс.руб.	35,66	10,06
за размещение отходов	тыс.руб.	0,00	0,16
Средства (иски) и штрафы, взысканные в возмещение ущерба, причиненного нарушением природоохранного законодательства	тыс.руб.	0,00	0,00

3 Мероприятия по снижению негативного воздействия локомотивного хозяйства отделения СКЖД на окружающую среду

Основными загрязнителями производственных сточных вод являются взвешенные вещества и нефтепродукты. Количество взвешенных веществ согласно данным предприятия не более 1000 мг/л, количество нефтепродуктов – 100 мг/л. СПАВ в сточных водах не присутствует, так как мойка локомотивов производится горячей водой без применения моющих средств.

Фактический сброс представляет собой:

- нефтепродукты 1,3 мг/л;
- взвешенные вещества 20,0 мг/л;

ПДК для сброса воды после очистных сооружений в канализационный коллектор:

- взвешенные вещества - 234,61 мг/л
- нефтепродукты - 0,05 мг/л (требование МУП «Водоканал»)

В связи с тем, что фактический сброс (нефтепродукты – 1,3 мг/л) превышает ПДС, то необходимо вынести инженерное решение по снижению концентрации нефтепродуктов.

Железнодорожные станции и депо как правило находятся в черте города, а города как правила находятся на водном дефиците. Более тщательная очистка позволит использовать шире оборотное водоснабжение, тем самым снизить объемы водопотребления до 10 раз. На данный момент времени водооборот используется всего на 6,91%.

Нефтепродукты находятся в воде в различных состояниях:

- легкоотделимом (нерастворимом);
- трудноотделимом (коллоидном);
- растворенном в воде.

Проанализировав работу очистных сооружений, можно прийти к выводу, что низкой эффективностью очистки обладает нефтеловушка и керамзитовые фильтры. Из-за этого происходит «проскок» нерастворимых нефтепродуктов во

флотатор, тем самым увеличивая на него нагрузку.

Биологическая очистка применяется для очистки воды от растворённых компонентов и обладает высокой эффективностью (порядка 99%), но в нашем случае биореактор имеет 74%. Это связано с остаточным содержанием нефтепродуктов в коллоидном состоянии, потому что неэффективна работа предыдущих ступеней очистки. Увеличив эффективность работы флотатора (сейчас 75%), представится возможность более полного отделения коллоидной части нефтепродуктов и снижения нагрузки на биореактор, и, следовательно, достижение норм ПДС.

Существующая технологическая схема не обеспечивает норм ПДС, поэтому предлагается: флотационную очистку комбинировать с коагуляцией, с последующим отстаиванием.

Сточные воды локомотивного депо после прохождения механической части очистных сооружений попадают во флотационную камеру, где происходит разрушение устойчивых водных эмульсии органических веществ и отделение нефтепродуктов с помощью коагулянта - хлорного железа и диспергирования воздуха. Нефтепродукты в виде пенного слоя во флотаторе сгребаются и удаляются в декантатор, где разрушаются. После осаждения пены нефтепродукты с помощью насосной установки подаются в существующую емкость нефтепродуктов, и далее на площадку утилизации нефтепродуктов.

При флотационной обработке совмещённой с коагуляцией, помимо снижения концентрации нефтепродуктов, значительно снижается химическое потребление кислорода, в среднем, от 60 до 70%.

На установке в качестве коагулянта рекомендуется применять хлорное железо, так как рН сточных вод локомотивного депо колеблется от 7,5 до 9,5, чаще рН~9. При флотации с коагулянтом образующиеся хлопья $Fe(OH)_3$ сорбируют частицы загрязнений на своей поверхности, а затем вместе с ними флотируются пузырьками воздуха: $FeCl_3 + 3H_2O = Fe(OH)_3 + 3Cl^- + 3H^+$

Скорость гидролиза зависит от температуры воды (резко уменьшается при низкой температуре) и от величины рН. Этот коагулянт, в отличие от

других широко применяемых $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$ можно применять при pH от 8 до 9,5.

Наиболее надежным является периодический способ растворения реагентов, когда загруженный один раз в бак реагент полностью растворяется. Загрузку реагента следует производить при заполненном водой на 1/2 емкости бака и при включении в работу устройства для перемешивания раствора. Реагент хорошо растворяется в воде.

Основным условием быстрого растворения реагента с максимальным использованием его активной части является:

- предварительное раздробление, т.е. измельчение его;
- интенсивное перемешивание по всей площади бака;
- использование для растворения реагента теплой воды (от 40 до 50°).

Время отстаивания приготовленных в растворных баках растворов 1 час. Концентрация раствора реагента определяется по плотности химико-аналитическим путем. Раствор готовится 10% концентрации по товарному продукту - 2,5 кг на 22,5 л воды. Обычно устанавливают два растворных бака, работающих попеременно, и соответственно два затворных бака. Хлорное железо-хорошо растворимый коагулянт, поэтому его растворяют в тех же баках, из которых их расходуют, а значит затворные баки не требуются.

Большинство дозирующих приспособлений устанавливается на подачу определенного количества раствора реагента независимо от количества подаваемой воды. Дозаторы другого типа («пропорциональные») автоматически изменяют количество подаваемого реагента в соответствии с изменениями количества очищаемой воды (т. е. поддерживают постоянную дозу реагента).

Ввиду агрессивного действия раствора коагулянта на металл арматуру бачка выполняют из кислотоупорных материалов. Дозирование реагента можно производить и без дозирочного бачка, подавая раствор непосредственно из растворных баков. Для этого может служить приспособление В. В. Хованского (Рисунок 5). Раствор отводится через гибкую трубку 1, на конце которой нахо-

дится шайба-диафрагма 2, подвешенная при помощи поплавка 3 на определенной постоянной глубине H под уровнем раствора. Воздушная трубка 4, сообщающаяся с атмосферой, обеспечивает постоянное давление за шайбой. Все это позволяет поддерживать постоянный расход раствора независимо от изменения его уровня в баке. Меняя отверстие диафрагмы, можно получить требуемые количества раствора, коагулянта.

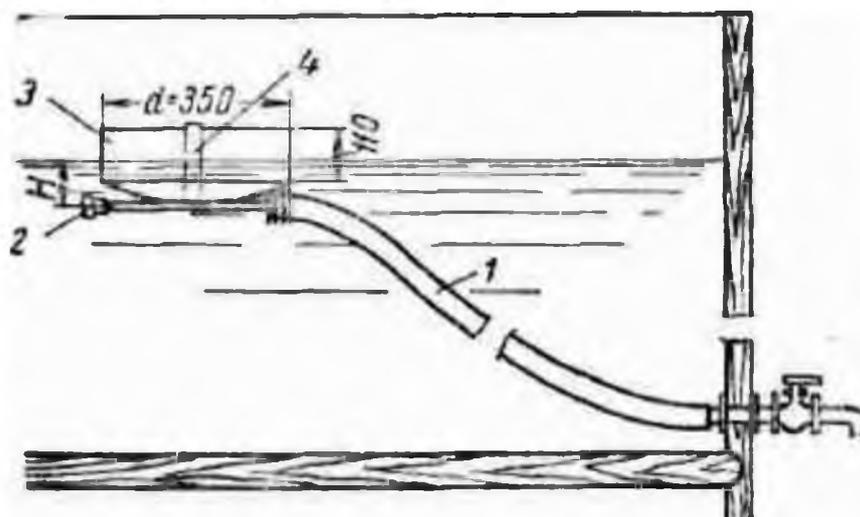


Рисунок 3.1 – Схема вертикального отстойника В.В. Хованского

Раствор реагента подают в аэрационную колонку флотатора через дозатор. Сточная вода, пройдя флотационную очистку, подаётся в вертикальный отстойник для последующего осаждения скоагулированных примесей. Вертикальный отстойник предназначен исключительно для коагулирующих вод.

Вертикальный отстойник предназначен для осаждения коагулирующей взвеси и представляет собой круглый в плане резервуар диаметром 4,6,9 м с конической нижней (осадочной) частью. Осаждение коагулирующей взвеси происходит в восходящем потоке сточных вод, следовательно, в осадок выпадают частицы, гидравлическая крупность которых U_0 больше скорости восходящего потока U . Уклон днища отстойника принимают не менее 45° для естественного сползания осадка к отверстию трубы.

Оптимальная доза реагента устанавливается в процессе эксплуатации установки в зависимости от состава промышленных стоков.

Для концентрации нефтепродуктов до 20 мг/л рекомендуется принять дозу товарного реагента $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - 50 мг/л.

При расходе сточных вод 50 м³ /сутки или 2,1 м³ /час расход реагента - хлорного железа – составит (3):

$$Q = \frac{C_p \cdot Q_{\text{СВ}}}{1000} \quad (3)$$

где C_p - концентрация реагента, мг/л;

$Q_{\text{СВ}}$ - расход сточных вод, м³ /сутки.

$$Q = \frac{50 \cdot 50}{1000} = 2,5 \text{ кг/сутки}$$

Расход на месяц 2,5 x 30 = 75 кг; на год 75 x 12 = 900 кг.

Суточный расход раствор коагулянта с массовой долей 10% при расходе сточных вод 50 м³/сутки составит: $Q_p = \frac{2,5 \cdot 100}{10} = 25 \text{ кг}$

Емкость баков для приготовления раствора определяется в зависимости от максимальной расчетной дозы коагулянта a мг/л, принятой при проектировании очистной станции, от принятой крепости раствора b , числа затворений в сутки n и от количества очищаемой воды Q м³/час.

Крепость раствора коагулянта b принимаем равной 10%, число затворений в сутки n —равным 3. Емкость растворного бака W_p определяется следующим образом (4):

$$W_p = \frac{0,024 \cdot aQ}{bny} \quad (4)$$

где γ — объемный вес раствора, который можно принять равным 1000 г/м³.

$$W_p = \frac{0,024 \cdot 50 \cdot 2,1}{0,1 \cdot 3 \cdot 1000} = 0,0084 \text{ м}^3$$

Емкость растворного бака равна 0,0084 м³.

Тип отстойника необходимо выбирать с учетом производительности станции очистки сточных вод: до 2000 м³/сут – вертикальный.

Продолжительность отстаивания в течение 1,5 ч.

Расчет отстойников надлежит производить по следующим формулам:

а) радиус вертикальных отстойников, м (5):

$$R = \sqrt{\frac{Q}{3,6 \cdot \pi \cdot K \cdot u_0}} \quad (5)$$

где K – коэффициент, зависящий от типа отстойника и конструкции водораспределительных и водосборных устройств, принимаемый равным $K=0,35$ для вертикальных;

u_0 – гидравлическая крупность частиц взвеси, мм/с;

Q – расчетный расход сточных вод, м³/ч;

б) гидравлическая крупность, мм/с (6):

$$u_0 = \frac{1000KH}{\alpha t \left(\frac{KH}{h} \right)^n} - \omega \quad (6)$$

где α – коэффициент, учитывающий влияние температуры воды на ее вязкость, принимаемый $\alpha=1,14$;

ω – вертикальная составляющая скорости движения воды в отстойнике, принимаемая $\omega=0$

t – продолжительность отстаивания в цилиндре со слоем воды $h=500$ мм, соответствующая заданному эффекту осветления 60%, $t=3800$ с;

n – коэффициент, зависящий от свойств взвеси, $n=0,25$.

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 0,35 \cdot 2}{1,14 \cdot \left(\frac{0,35 \cdot 2}{500} \right)^{0,25}} = 0,85 \text{ мм/с};$$

$$R = \sqrt{\frac{2,1}{3,6 \cdot \pi \cdot 0,35 \cdot 0,85}} = 0,8 \text{ м}$$

В расчетах принимаем:

- расчетную высоту зоны осаждения $H=3$ м;
- диаметр выбираем из ряда 4, 6, 9 м. Диаметр равен 4 м;
- центральную трубу длиной, равной расчетной высоте зоны осаждения с раструбом и неподвижным отражательным щитом внизу;
 - диаметр раструба и его высоту, равную 1,35 диаметра центральной трубы, диаметр отражательного щита – 1,3 диаметра раструба воронки, угол наклона поверхности отражательного щита к горизонту -17° , высоту слоя между низом отражательного щита и поверхностью осадка, равную 0,3 м;
 - скорость движения воды в центральной трубе – не более 30 мм/с, скорость движения сточных вод в щели между нижней кромкой центральной трубы и поверхностью отражательного щита в отстойниках – не более 20 мм/с;
 - отводящий круговой желоб – по периметру с внешней стороны стенки отстойника;
 - уклон стенок днища первичных и вторичных отстойников – не менее 50° .

Проведем расчет платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные водоем до и после проведения природоохранного мероприятия по методическому указанию.

Плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю допустимые нормативы (ПДС) определяется по формуле (7):

$$P_{\text{н вод}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{н и вод}} \cdot M_{i \text{ вод}} \text{ при } M_{i \text{ вод}} < M_{\text{н и вод}} \quad (7)$$

где i – вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2 \dots n$);

$P_{\text{н вод}}$ – плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы сбросов, руб.;

$C_{\text{нивод}}$ – ставка платы за сброс одной тонны i -го загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов сбросов, руб.;

$M_{\text{ивод}}$ – фактический сброс i -го загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{нивод}}$ – предельно допустимый сброс i -го загрязняющего вещества, т.

Ставка платы равна (8):

$$C_{\text{нивод}} = N_{\text{бнивод}} \cdot K_{\text{эвод}} \cdot K_{\text{охр.тр}} \quad (8)$$

где $N_{\text{бнивод}}$ - базовый норматив платы за сброс одной тонны i -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы сбросов, руб., значения которого приведены в приложении В1;

$K_{\text{эвод}}$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости поверхностного водного объекта, $K_{\text{эвод}} = 2,60$;

$K_{\text{охр.тр}}$ - коэффициент особо охраняемой территории, $K_{\text{охр.тр}} = 2$.

По формуле (8) определяется ставка платы:

- для нефтепродуктов: $C_{\text{нивод}} = 5510 \cdot 2,6 \cdot 2 = 28652$ (руб.);

- для взвешенных веществ: $C_{\text{нивод}} = 366 \cdot 2,6 \cdot 2 = 1903,2$ (руб.).

Плата за сбросы загрязняющих веществ до реконструкции в размерах, не превышающих ПДС равна: $P_{\text{нвод}} = 1903,2 \cdot 0,3560 = 677,54$ (руб.)

Плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ определяется по формуле (9):

$$P_{\text{слвод}} = 5 \sum C_{\text{ливод}} \cdot (M_{\text{ивод}} - M_{\text{ливод}}) \text{ при } M_{\text{ивод}} > M_{\text{ливод}} \quad (9)$$

где i – вид загрязняющего вещества ($i=1, 2, \dots n$);

$P_{\text{слвод}}$ – плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ, руб.;

$M_{\text{ивод}}$ – фактический сброс i -ого загрязняющего вещества, т ;

$M_{\text{ливод}}$ – сброс i -ого загрязняющего вещества в пределах установленного

лимита, т;

$C_{\text{ливод}}$ – ставка платы за сброс 1 тонны i -ого загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб. (10):

$$C_{\text{ливод}} = N_{\text{бЛі}} \cdot K_{\text{эвод}} \cdot K_{\text{охр.тр}} \quad (10)$$

где $N_{\text{бЛі}}$ – базовый норматив платы за сброс 1 тонны i -ого загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб.;

$K_{\text{эвод}}$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости поверхностного водного объекта, $K_{\text{эвод}} = 2,60$;

$K_{\text{охр.тр}}$ - коэффициент особо охраняемой территории, $K_{\text{охр.тр}} = 2$.

По формуле (10) определяется ставка платы для нефтепродуктов:

$$C_{\text{лiвод}} = 5510 \cdot 2,6 \cdot 2 = 28652 \text{ (руб.)}$$

Плата за сверхлимитный сброс нефтепродуктов равна:

$$P_{\text{слвод}} = 5 \cdot 28652 \cdot (0,02314 - 0,00089) = 3187,54 \text{ (руб.)}$$

Общая плата за загрязнение водных объектов до реконструкции очистных сооружений определяется по формуле (11):

$$P_{\text{вод}} = P_{\text{нвод}} + P_{\text{лвод}} \quad (11)$$

$$P_{\text{вод}} = 677,54 + 3187,54 = 3865,08 \text{ (руб.)}$$

После реконструкции плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы сбросов по формуле (11) равна:

$$P_{\text{нвод}} = 28652 \cdot 0,00089 + 1903,2 \cdot 0,1780 = 364,27 \text{ (руб.)}$$

После реконструкции плата за сбросы загрязняющих веществ значительно уменьшатся.

Оценка величины предотвращенного экологического ущерба от загрязнения водных ресурсов проводится на основе региональных показателей

удельного ущерба, представляющих собой удельные стоимостные оценки ущерба на единицу приведенной массы загрязняющего вещества, по всем направлениям деятельности природоохранных органов.

Предотвращенный экологический ущерб водным ресурсам в рассматриваемом γ -том регионе, в результате осуществления n -го направления природоохранной деятельности по предприятию в течение отчетного периода времени определяется по следующей формуле (12):

$$Y^B_{\text{пртн}} = \sum_1^n (Y^B_{\text{удг}j} \cdot \sum_1^k M^B_{\text{пк}}) \cdot K^B_3 \quad (12)$$

где $Y^B_{\text{удг}j}$ — показатель удельного ущерба водным ресурсам, наносимого единицей приведенной массы загрязняющего вещества на конец отчетного периода для j -го водного объекта в рассматриваемом γ -том регионе, руб./усл.тонну: $Y^B_{\text{удг}j} = 8022,7$;

$M^B_{\text{пк}}$ — приведенная масса загрязняющих веществ, не поступивших в j -й водный источник с k -го объекта в результате осуществления n -го направления природоохранной деятельности в γ -том регионе в течение отчетного периода времени, тыс. усл. тонн

K^B_3 — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости водных объектов по бассейнам основных рек, $K^B_3 = 2,6$;

Приведенная масса загрязняющих веществ рассчитывается по формуле (13):

$$M^B_{\text{пк}} = \sum_{i=1}^N m_i \cdot A_i \quad (13)$$

где m_i — фактическая масса недопущенного к попаданию в водный объект i -го загрязняющего вещества в течение отчетного периода времени, тонн/год, значение которой определяется как разность фактических масс

загрязняющих веществ, сбрасываемых в водоем, до и после реконструкции;

A_i – коэффициент относительной эколого-экономической опасности для i -го загрязняющего вещества, усл.т/т;

i — вид загрязняющего вещества;

N — количество учитываемых веществ.

Численное значение величины A_i для каждого загрязняющего вещества рекомендуется определять по формуле (14):

$$A_i = \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{p/xi}}} \quad (14)$$

где $\text{ПДК}_{\text{p/xi}}$ - предельно допустимая концентрация i -го вещества в воде водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей, г/м³.

Величина A определяется по формуле (14):

- для нефтепродуктов: $A = \frac{1}{0,05} = 20$ усл.т/т;

- для взвешенных веществ: $A = \frac{1}{10} = 0,1$ усл.т/т

Проведем расчет экологического ущерба реке Кубань, который будет предотвращен в результате внедрения инженерных мероприятий. Приведенная общая масса загрязняющих веществ, не допущенных к сбросу равна:

$$M_{\Sigma}^{\text{в}} = 0,02221 \cdot 20 + 0,1780 \cdot 0,1 = 0,462 \text{ усл.т/год}$$

Предотвращенный экологический ущерб водным ресурсам определим по формуле (12):

$$Y_{\text{пред}}^{\text{в}} = 8022,7 \cdot 0,462 \cdot 2,6 = 9636,87 \text{ руб./год.}$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность рассматривается как отношение объема полного экономического эффекта к сумме вызвавших этот эффект совокупных (приведенных) затрат, определяется по формуле (15):

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E} / (C + E_n K) \quad (15)$$

где $\mathcal{E}_{\text{общ}}$ – общая эффективность природоохранных затрат;

\mathcal{E} – совокупный годовой эффект от природоохранных мероприятий;

C – эксплуатационные затраты по природоохранному мероприятию;

K – суммарные капитальные вложения, определившие эффект;

E_n – норматив эффективности капитальных вложений, $E_n = 0,15$.

Экономический эффект \mathcal{E} представляет собой предотвращенный экологический ущерб. Эксплуатационные затраты включают затраты на использование хлорного железа – 7500 руб. Капитальные затраты предполагают приобретение оборудования, установку его. Приблизительная стоимость вертикального отстойника – 30000 руб.

Экономический эффект \mathcal{E} представляет собой сумму предотвращенного экологического ущерба и дополнительного дохода от производственной деятельности предприятия в условиях хорошей экологической обстановки (16):

$$\mathcal{E} = Y_B + Д \quad (16)$$

где Y_B – величина годового предотвращенного экологического ущерба от загрязнения окружающей среды, $Y_B = 9636,87$ руб./год;

$Д$ – годовой прирост дохода (17):

$$Д = Ц \cdot (g^1 - g^2) \quad (17)$$

где $Ц$ – цена за 1 м³ воды, руб./м³;

g^1 – расход воды до проведения природоохранного мероприятия,

$g^1 = 17800$ м³/год;

g^2 – расход воды после проведения мероприятия, $g^2 = 1780$ м³/год.

Ставки платы за пользование водными объектами в Краснодарском крае установлены Законом Краснодарского края № 724 - КЗ от 07.06.2014 «О плате

за пользование водными объектами в Краснодарском крае». Ставка платы за пользование водными объектами равна 0,3 руб. за 1 м³ воды.

Рассчитаем срок окупаемости предлагаемых природоохранных мероприятий: $T = 30000 / (14442,87 - 7500) = 4,32$ года или 4 года 4 месяца (таблице 3.2).

Таблица 3.2 - Эколого-экономической эффективности предложенных мероприятий

Показатели	Величина
Приведенная общая масса загрязняющих веществ, не допущенных к сбросу	0,462 усл.т/год
Предотвращенный экологический ущерб водным ресурсам	9636,87 руб./год
Расход воды после внедрения мероприятия (до внедрения – 17800 м ³ /год)	1780 м ³ /год
Годовой прирост дохода	480,6 тыс.руб./год
Ожидаемый экономический эффект	1,448 тыс руб./год
Экономическая эффективность капиталовложений	10,2 руб./руб.
Срок окупаемости	4,32 года

Срок окупаемости инвестиционных затрат определяют по формуле (18):

$$T = K - C / \text{Э} \quad (18)$$

По формуле (17) годовой прирост дохода равен:

$$D = 0,3 \cdot (17800 - 1780) = 480,6 \text{ руб./год.}$$

По формуле (16) экономический эффект равен:

$$\text{Э} = 9636,87 + 4806 = 1,44428 \text{ тыс. руб./год.}$$

Рассчитаем общую экономическую эффективность:

$$\text{Э}_{\text{общ}} = 14442,87 / (7500 + 0,15 \cdot 30000) = 10,2$$

Таким образом, срок окупаемости предлагаемых природоохранных мероприятий составит около четырех лет и четырёх месяцев

Заключение

На железнодорожном транспорте ежегодно образуется более 3 млн. т отходов, среди которых имеются опасные, относящиеся к I—III классам опасности, неопасные и малоопасные (IV и V классов). Количество используемых и обезвреженных отходов на собственных предприятиях отрасли находится на уровне 20—30 %.

Все отходы I и II классов опасности (чрезвычайно опасные и высоко опасные) передаются для обезвреживания специализированным сторонним организациям.

Основные проблемы возникают при работе с отходами III класса опасности (умеренно опасные), для использования и утилизации которых требуются экологически чистые технологии.

Вопрос обращения с опасными отходами сохраняет свою актуальность, потому что значительные объемы отходов по техническим и финансовым причинам не всегда подвергают переработке, размещению на полигонах, обезвреживанию на специальных установках, мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводах, а накапливаются на собственных территориях предприятий либо подвергаются захоронению в неподлежащих для этой цели местах, что приводит к опасному загрязнению окружающей среды.

В данной выпускной квалификационной работе был проведен анализ локомотивного депо «Краснодар-1», как источника загрязнения окружающей среды, в ходе которого были выявлены множество различных путей поступления загрязняющих веществ в атмосферу, литосферу, гидросферу. На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Локомотивное депо Краснодар-1 Краснодарского отделения структурного подразделения СКЖД филиала ОАО «РЖД» расположено по адресу: г.Краснодар, Привокзальная площадь 11, её площадь 65912 м². Локомотивное депо состоит из цеха эксплуатации и цеха ремонта. Основная

деятельность депо: эксплуатация подвижного состава, выполнение работ по проведению технического обслуживания и технического ремонта подвижного состава. Данная деятельность приводит к образованию отходов, выбросов от стационарных и передвижных источников и сбросов сточных вод. Основные технологические процессы, приводящие к образованию опасных отходов - ремонт и техническое обслуживание тепловозов. При эксплуатации подвижного состава образуется отход отработанного масла.

2. Общее количество источников выбросов вредных веществ от локомотивного депо составляет 66, из них организованных – 29, неорганизованных – 37. Валовой выброс загрязняющих веществ в год от всего предприятия составляет 25,4745504т. В выбросах предприятия содержатся 28 веществ, загрязняющих атмосферный воздух, различного агрегатного состояния. Приоритетными веществами в выбросах депо являются оксид углерода, диоксид азота и серы диоксид.

3. Очистные сооружения представлены механической (керамзитовые фильтры), флотационной (флотатор) и биологической (биореактор) ступенями очистки. Сточные воды содержат до 100 мг/л нефтепродуктов. Механической очисткой обеспечивается очистка стоков от нефтепродуктов до 20 мг/л, а флотационная установка и биореактор дочищают стоки до концентрации нефтепродуктов 1,3 мг/л. Мощность механической части очистных сооружений составляет 20 м³/час, а на доочистке 1,6 м³/час.

4. Концентрация нефтепродуктов в сбросах локомотивного депо «Краснодар-1» составляет 1,3 мг/л, в то время как установленный предельно допустимый сброс составляет 0,05 мг/л, то есть наблюдается превышение концентрации примерно в 26 раз. Следовательно, необходимо предусмотреть комплекс мероприятий для снижения концентрации нефтепродуктов в сбросе для достижения нормативов ПДС.

Рекомендации и предложения :

Исходя их поставленной задачи по повышению экологической безопасности комплекса очистных сооружений локомотивного депо Краснодар-

1 Краснодарского отделения СКЖД была предложена реконструкция очистных сооружений путём совмещения процесса коагуляции и флотации с последующим отстаиванием.

Был поведен расчет расхода коагулянта, объема расходного бака и конструктивных размеров вертикального отстойника. Экологическими расчётами подтверждена эффективность предложенного мероприятия. Приведенная общая масса загрязняющих веществ, не допущенных к сбросу составит 0,462 усл.т/год. Годовой экономический эффект составит более 1444,28 тыс. руб./год , а срок окупаемости инвестиций – 4 года и 4 месяца.

Список использованной литературы

1. Аксенов И. Я., Аксенов В. И. Транспорт и охрана окружающей среды. - М.: Транспорт, 2015. - 276с.
2. Бобович Б.Б. Переработка промышленных отходов: учеб. для вузов. – М.: СП Интернет Инжиниринг, 2024. — 495 с.
3. Вронский В.А. Прикладная экология. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. - 512с.
4. Грачев В.А., Никитин А.Т., Фомин С.А. и др. Обращение с отходами производства и потребления в системе экологической безопасности: научно-методическое пособие / Под общ. ред. член-корр. РАН, проф. В.А. Грачева и проф. А.Т. Никитина. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2014. - 500 с.
5. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды: учеб. / А.Н. Голицын. - М.: Оникс, 2023. - 336 с.
6. Горохов В.Л. Экология: учеб. пособие /В.Л.Горохов, Л.М.Кузнецов, А.Ю.Шмыков. – СПб.: «Издательский дом Герда», 2015. – 688с.
7. Гредел Т.Е. Промышленная экология / Т.Е. Гредел, Б.Р. Алленби /Пер.с англ. Под ред. Э.В. Гирусова (Серия «Зарубежный учебник»). – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2014. – 597с.
8. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка. — М.: ФАИР-ПРЕСС, 2023. — 336 с.
9. Иванов Н.И. Инженерная экология и экологический менеджмент /Н.И.Иванов, И.М. Фадин. – М.: Изд. Логос, 2024. – 528с.
10. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учеб. пособие / Д.А. Кривошеин, П.П. Кукин, В.Л. Лапин и др. — М.: Высшая школа, 2014. — 344 с.
11. Какарека Э.В. Промышленная экология: учеб. пособие / М.Г. Ясовеев, Э.В. Какарека, Н.С. Шевцова, О.В. Шершневу; Под ред. М.Г. Ясовеев. - М.: НИЦ ИНФРА – М.: Новое знание, 2015. - 292 с.
12. Коробкин В.И. Экология / В.И.Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов

н/Д: Феникс, 2015. – 576с.

13. Ларионов Н.М. Промышленная экология: учеб. для академического бакалавриата / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков. - Люберцы: Юрайт, 2023. - 495 с.

14. Мелешкин Н.Г. Промышленные отходы и окружающая среда. / Н.Г. Мелешкин, В.Н. Степанов. - Киев: Наукова думка, 2024. - 279с.

15. Николайкина Н.Е. Промышленная экология: Инженерная защита биосферы от воздействия воздушного транспорта: учеб. пособие / Н.Е. Николайкина, А.М. Матягина и др. - М.: Академкнига, 2023. - 239 с.

16. Обращение с опасными отходами: учеб. пособие/ Под редакцией В.М.Гарина и Г.Н.Соколовой. - М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2023. - 224с.

17. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: учеб. пособие/ Под ред. Н.И. Зубрева, Н.А. Шарповой. - М.: УМК МПС России, 2015. - 592 с.

18. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. - М.: Стройиздат, 2023. - 352 с.

19. Протасов В.Ф. Экология: термины и понятия, стандарты, сертификация, нормативы. – М.: Финансы и статистика, 2015. – 667с.

20. Сватовская Л.Б. Комплексные технологии утилизации отходов железнодорожного транспорта: учеб. пособие. - М.: ГОУ УМЦ по образованию на ж.д. транспорте, 2023. - 290 с.

21. Степановских А.С. Прикладная экология: охрана окружающей среды: учеб. / А.С. Степановских.- М: Из-во ЮНИТИ, 2023. – 751с.

22. Экология и экономика природопользования: учеб. / Под ред. Э.В. Гирусова, В.Н. Лопатина. – М.: Изд. ЮНИТИ, 2023. – 519с.

23. Эколого-экономический анализ промышленных предприятий: учеб. пособие /О.Б. Бутусов. – М.: Воскресенье, 2015. – 328с.

24. Экономика окружающей среды и природных ресурсов. Вводный курс: учеб. пособие / Под ред. А.А. Голуба, Г.В.Сафонова. – М.: ГУ ВШЭ, 2015, - 268 с.

25. Систер В.Г., Мирный А.Н. Современные технологии обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов. — М.: АКХ, 2015. — 303 с.

26. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. — М.: Колос, 2023. — 232 с.