



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

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

На тему Снижение негативного воздействия промышленных стоков  
нефтеперерабатывающего предприятия на окружающую среду

Исполнитель Кях-Оглы Виктория Леонидовна

Руководитель к.г.н., доцент Аракелов Микаэл Сергеевич

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 25 » Января 2021 г.

Туапсе  
2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Теоретические и методические аспекты негативного воздействия промышленных стоков предприятий нефтепереработки на окружающую среду	6
1.1 Промышленные сточные воды и методы их обеззараживания.....	6
1.2 Сущность метода биохимической очистки сточных вод.....	16
2 Анализ и оценка воздействия промышленных стоков ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду.....	27
2.1 Общая характеристика ООО «Афипский НПЗ».....	27
2.2 Оценка негативного воздействия сточных вод ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду.....	40
3 Разработка мероприятий по снижению негативного воздействия сточных вод ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду.....	47
3.1 Предложения по снижению негативного воздействия сточных вод ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду.....	47
3.2 Расчет эколого-экономического эффекта от предложенных мероприятий.....	54
Заключение.....	59
Список использованной литературы.....	61

## Введение

Утилизация и обезвреживание сточных вод составляет одну из самых важных экологических проблем настоящего времени и в этом направлении наработано множество разнообразных технологических приемов, в основе которых лежат физико-химические или биохимические процессы деградации вредных компонентов сточных вод.

Самые ранние разработки по детоксикации сточных вод - методы почвенной очистки, в России относятся к середине XIX в. Этот метод основан на способности самоочищения почвы. Осуществляется такая очистка на полях орошения или полях фильтрации. На сельскохозяйственных полях орошения использование сточных вод для сельского хозяйства и их очистка составляют один процесс. Однако для очистки сточных вод в естественных условиях требуется отчуждение значительных площадей плодородной земли. Степень очистки сточных вод снижается в зимнее время в силу замедления биологических процессов при низких температурах. Бытовые сточные воды содержат большое количество патогенных бактерий и яиц гельминтов, более 50% которых, попадая в почву и на овощи, сохраняют жизнеспособность длительное время. Поэтому использование сооружений естественной биологической очистки сокращается как в нашей стране, так и в ряде индустриально развитых стран зарубежья.

Биологическая очистка интенсивно протекает в искусственно созданных условиях. Этот процесс можно контролировать и регулировать, а, следовательно, интенсифицировать [11, с. 106].

Именно возможность регулирования степени очистки привела к созданию многообразных технологических приемов, критерием эффективности которых являются достигаемая степень очистки, т.е. экологический фактор и стоимость очистки - экономический фактор. В общем случае, зная принцип метаболизма микроорганизмов, можно добиться любой степени очистки, но ограничением по организации той или иной технологии может являться ее стоимость,

которая, прежде всего в период эксплуатации очистных сооружений зависит от энергозатрат и численности обслуживающего персонала.

Высокое и стабильное качество очистки сточных вод могут обеспечить аэрационные сооружения, в которых сорбцию и деструкцию осуществляют микроорганизмы (активный ил) находящиеся во взвешенном состоянии в очищаемой сточной воде. Вместе с тем аэротенки, окислительные каналы, аэрируемые пруды имеют следующие недостатки: значительный расход электроэнергии (0,4 - 0,6 кВт.ч на 1 м<sup>3</sup> городских сточных вод); ненадежность работы воздуходувок, вентиляторов высокого давления, механических аэраторов в длительной эксплуатации; ухудшение качества очистки в зимнее время из-за охлаждения обрабатываемой жидкости при аэрации холодным воздухом.

В последние годы широкое распространение в мире получили многосекционные схемы с активным илом производящие одновременно очистку сточных вод от органических загрязняющих веществ и трансформацию соединений азота. Сочетание аэробных и анаэробных зон позволяет осуществлять процессы нитрификации и денитрификации. Одним из современных методов решения задач очистки сточных вод от больших населенных пунктов, по нашему мнению, является частичная или полная децентрализация систем водоотведения. Однако в ряде случаев реализация этот метода затруднена, из-за сложности отчуждения значительных площадей под строительство громоздких очистных сооружений и невозможности выдерживать требуемые размеры санитарно-защитных зон. Очистные сооружения будущего должны иметь минимальные размеры, быть экологически безопасными при их размещении в городской черте, а качество очищенных сточных вод должно позволять использовать их на технические нужды города.

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы является общество с ограниченной ответственностью «Афипский нефтеперерабатывающий завод». Предметом исследования является негативное

воздействие промышленных стоков ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка предложений по снижению негативного воздействия промышленных стоков ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- изучить теоретические и методические аспекты негативного воздействия промышленных стоков на окружающую среду;
- дать общую характеристику и провести анализ негативного воздействия промышленных стоков ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду;
- разработать предложения по снижению негативного воздействия промышленных стоков ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду.

Структура работы сформирована в соответствии с поставленной целью и определенными для ее достижения задачами исследования. Во введении обосновывается актуальность выбранной темы исследования, определяется объект и предмет исследования, раскрываются цель и задачи. В первой главе рассматриваются теоретические и методические аспекты негативного воздействия промышленных стоков на окружающую среду. Во второй главе проведен анализ негативного воздействия промышленных стоков ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду. Третья глава посвящена разработке предложений по снижению негативного воздействия промышленных стоков ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду.

Теоретической и методической основой исследования послужили труды зарубежных и отечественных авторов в области экологии нефтепереработки. Что касается информационной базы исследования, то в этой связи были использованы статистические материалы различных источников, а также документация самого предприятия.

1 Теоретические и методические аспекты негативного воздействия промышленных стоков предприятий нефтепереработки на окружающую среду

### 1.1 Промышленные сточные воды и методы их обеззараживания

В настоящее время многие водные ресурсы загрязняются антропогенными источниками, включая бытовые и сельскохозяйственные отходы, а также промышленные процессы. Возросла озабоченность общественности по поводу воздействия загрязнения сточных вод на окружающую среду. Для удаления загрязнений было применено несколько традиционных методов очистки сточных вод, таких как химическая коагуляция, адсорбция, активный ил, однако все еще существуют некоторые ограничения, особенно связанные с высокими эксплуатационными расходами [5, с. 145].

Использование аэробной очистки сточных вод в качестве восстановительной среды вызывает повышенный интерес из-за ее низких эксплуатационных и эксплуатационных затрат. Кроме того, он легкодоступен, обладает хорошей эффективностью и способностью к деградации загрязняющих веществ. В данной статье рассматривается использование технологий очистки сточных вод для удаления загрязняющих веществ из сточных вод, таких как галогенированные углеводородные соединения, тяжелые металлы, красители, пестициды и гербициды, которые являются основными загрязнителями сточных вод.

Снабжение чистой водой является необходимым условием для организации и поддержания разнообразной деятельности человека. Водные ресурсы обеспечивают ценную пищу за счет водной флоры и фауны и орошения для сельскохозяйственного производства. Однако жидкие и твердые отходы, образующиеся в результате населенных пунктов и промышленной деятельности, загрязняют большинство водных источников во всем мире. В связи с массовым ростом численности населения во всем мире вода станет одним из самых дефицитных ресурсов в 21 веке. В 2015 году большая часть мирового населения (более 5 миллиардов человек) будет жить в городских

условиях (ООН, 1997). К 2015 году будет 23 мегаполиса с населением более 10 миллионов человек каждый, 18 из которых будут существовать в развивающихся странах [21, с. 88].

Центральное место в явлениях урбанизации занимают проблемы, связанные с предоставлением муниципальных услуг и инфраструктуры водного сектора, включая предоставление как ресурсов пресной воды, так и услуг санитарии. В настоящее время обеспечение жильем, здравоохранением, социальными услугами и доступом к инфраструктуре основных потребностей человека, такой как чистая вода и удаление сточных вод, представляет собой серьезную проблему для инженеров, планировщиков и политиков.

По мере увеличения численности людей все большая нагрузка будет ложиться на имеющиеся ресурсы и представлять еще большую угрозу для источников окружающей среды. В докладе Генерального секретаря Комиссии Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию был сделан вывод о том, что в настоящее время ни развивающиеся, ни развитые страны не обеспечивают устойчивого использования пресной воды и что во всем мире потребление воды растет более чем в три раза по сравнению с ростом мирового населения, что приводит к широко распространенным проблемам общественного здравоохранения, ограничению экономического и сельскохозяйственного развития и отрицательному воздействию на широкий спектр экосистем [16, с. 132].

Большая часть отходов цивилизации попадает в водные объекты через сброс водных отходов из бытовых, промышленных и неточечных источников, несущих нежелательные и нераскрытые вещества. Хотя сбор сточных вод восходит к древним временам, его очистка является относительно недавним развитием, датируемым концом 1800-х и началом 1900-х годов. Однако современные знания о необходимости санитарии и очистки загрязненных вод начались с часто цитируемого случая Джона Сноу в 1855 году, в котором он доказал, что вспышка холеры в Лондоне была вызвана загрязненной сточными водами водой, полученной из реки Темзы. В развитых странах, лечения и

водоотведения могут резко отличаться между странами и между сельской и городской пользователями, касающихся городского бюджета и городских пользователей с низким уровнем доходов. Наиболее распространенными методами очистки сточных вод в развитых странах являются централизованные аэробные очистные сооружения и лагуны как для бытовых, так и для промышленных сточных вод.

Степень очистки сточных вод в большинстве развивающихся стран различна. Бытовые сточные воды могут очищаться в централизованных установках, выгребных ямах, септических системах или удаляться в неуправляемые лагуны или водные пути через открытую или закрытую канализацию. В некоторых случаях промышленные сточные воды сбрасываются непосредственно в водные объекты, в то время как крупные промышленные объекты могут иметь комплексную внутриводную очистку.

Во многих развивающихся странах основная масса бытовых и промышленных сточных вод сбрасывается без какой-либо очистки или только после первичной очистки. В Латинской Америке около 15% собранных сточных вод проходит через очистные сооружения (с различными уровнями фактической очистки). В Венесуэле 97% сточных вод страны сбрасывается в окружающую среду в сыром виде [20, с. 174].

Даже такая высокоиндустриальная страна, как Китай, сбрасывает около 55% всех сточных вод без очистки. В относительно развитой ближневосточной стране, такой как Иран, большинство населения Тегерана имеет полностью неочищенные сточные воды, закачиваемые в подземные воды города. В Южной Африке, где наблюдается определенный уровень очистки сточных вод, сообщили о плохом эксплуатационном состоянии и неадекватном техническом обслуживании большинства муниципальных очистных сооружений, что приводит к загрязнению различных водных объектов, создавая тем самым очень серьезные угрозы здоровью и социально-экономическим угрозам для жителей таких водных объектов. Большая часть Африки к югу от Сахары не имеет очистки сточных вод.



Современная цивилизация, вооруженная быстро развивающейся технологией и быстро растущей экономической системой, находится под растущей угрозой со стороны своей собственной деятельности, вызывающей загрязнение воды.

Обеззараживанием воды называется процесс уничтожения находящихся там микроорганизмов. До 98 % бактерий задерживается в процессе очистки воды. Но среди оставшихся бактерий, а также среди вирусов могут находиться патогенные (болезнетворные) микробы, для уничтожения которых нужна специальная обработка воды. При полной очистке поверхностных вод обеззараживание необходимо всегда, при использовании подземных вод только тогда, когда микробиологические свойства исходной воды этого требуют. Для профилактического обеззараживания и обработки воды в аварийных ситуациях сооружения обеззараживания необходимы на всех станциях подготовки хозяйственно-питьевых вод [1, с. 42].

Для обеззараживания используют в основном два метода - обработку воды сильными окислителями и воздействие на воду ультрафиолетовыми лучами. Кроме названных можно необходимый эффект получить фильтрованием воды через ультрафильтры, обработкой ультразвуком, кипячением воды. Для очистки поверхностных вод почти исключительно применяют окислители - хлор, хлорсодержащие реагенты, озон; для обеззараживания подземных вод можно использовать бактерицидные установки; для обеззараживания небольших порций воды - перманганат калия, перекись водорода. Надежным средством уничтожения микробов является кипячение воды.

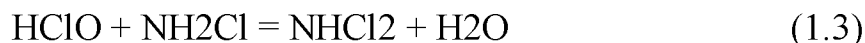
Хлор - ядовитый газ зеленовато-желтого цвета с резким удушливым запахом, в 2,45 раза тяжелее воздуха. Растворимость хлора в воде увеличивается с понижением температуры и повышением давления; при атмосферном давлении и температуре 20° С растворимость Cl<sub>2</sub> составляет 7,29 г/л. При низкой температуре и высоком давлении (-34,6° С при атмосферном давлении или 0,575 МПа при 15° С) хлор сжижается. Для предотвращения испарения жидкий

хлор хранится под давлением 0.6...0.8 МПа в баллонах или в бочках (контейнерах).

Заводы поставляют хлор в баллонах массой до 100 кг и в контейнерах массой до 3000 кг, а также в железнодорожных цистернах вместимостью 48 т. При добавке в воду хлора происходит его гидролиз (1.1) [18, с. 162]:



Часть хлорноватистой кислоты HClO диссоциирует с образованием гипохлоритного иона OCl. При наличии в воде аммиака образуются моно- и дихлорамины (1.2, 1.3):



Основными обеззараживающими веществами являются Cl<sub>2</sub>, HClO, OCl, NH<sub>2</sub>Cl и NHCl<sub>2</sub>, их называют активным хлором. При этом Cl<sub>2</sub>, HClO и OCl образуют свободный хлор, хлорамин и дихлорамин - связанный хлор. Бактерицидность хлора больше при малых значениях pH, поэтому воду хлорируют до ввода подщелачивающих реагентов.

Необходимая доза хлора определяется на основе экспериментально построенной кривой хлоропоглощаемости воды. Оптимальной считается доза, которая при заданном времени контакта обеспечит в воде требуемую концентрацию остаточного хлора - для хозяйственно-питьевых вод 0,3... 0,5 мг/л свободного хлора при времени контакта 30 мин или 0,8 ... 1,2 мг/л связанного хлора при времени контакта 60 минут [25, с. 152].

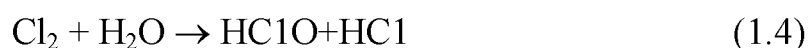
При отсутствии данных технологических изысканий дозу хлора принимают для обеззараживания поверхностных вод 2... 3 мг/л, для подземных 0,7 ... 1,0 мг/л.

Хлорирование жидким хлором является наиболее широко применяемым методом обеззараживания воды на средних и крупных водоочистных станциях.

На малых станциях и водоочистных установках часто целесообразно отказаться от использования жидкого хлора и применять твердые, порошкообразные вещества - хлорную известь и гипохлорит кальция. Эти вещества менее опасны в обращении, процесс их подготовки и подачи значительно проще - практически аналогичен применению коагулянта.

На водоочистных станциях, где суточный расход хлора не превышает 50 кг, где транспортировка, хранение и подготовка токсичного хлора связаны с трудностями, можно для хлорирования воды использовать гипохлорит натрия NaClO. Данный реагент получают на станция в процессе электролиза раствора поваренной соли. Электролизная установка состоит из бака концентрированного раствора соли (раствора гипохлорита, выпрямителя и блока управления.

В электролизной ванне происходит диссоциация соли, а также воды. При включении электролизера в сеть на аноде будет происходить окисление хлоридов  $2Cl - 2e \rightarrow Cl_2$ , затем их растворного бака, электролизной ванны (электролизера), бака-накопителя гидролиз (1.4) [10, с. 166]:



На катоде выделяется газ  $H_2$ , образуется едкий натр. В результате реакции NaOH с HClO образуется гипохлорит.

В межэлектродном пространстве электролизера непроточного типа плотность электролита в результате его насыщения пузырьками газа будет меньше, чем в остальном объеме ванны, поэтому будет происходить циркуляция раствора - между электродами восходящее, в остальной ванне нисходящее течение электролита. Циркуляция продолжится до полного электролиза всего раствора поваренной соли. Затем электролизная ванна опорожняется и заполняется новой порцией раствора NaCl.

При работе электролизера необходимо свести к минимуму распад образованного  $\text{NaClO}$ . Для этого следует процесс электролиза проводить при низкой температуре и большой плотности тока на аноде, воздерживаясь от перемешивания электролита в ванне.

Для электролитического изготовления бактерицидного хлора можно использовать хлоридные ионы, имеющиеся в самой природной воде. Метод называется прямым электролизом, разработана соответствующая установка «Поток». Применение установки возможно при содержании в воде хлоридов не менее 20 мг/л и общей жесткости не более 7 мг-экв/л.

Основной проблемой является образование карбонатной пленки на поверхности электродов, что значительно снижает срок стабильной непрерывной работы установки. Для смыва пленки применяется 3%-ный раствор  $\text{HCl}$ .

Хлорирование воды с повышенными дозами перед очистными сооружениями называют перехлорированием. Метод применяется в условиях, когда микробиологические свойства воды быстро и в больших пределах меняются, а также при высокой цветности природной воды, большом содержании в воде органических веществ и планктона. Перехлорирование используют в системах технического водоснабжения как средство против образования биологической пленки. Целесообразность применения перехлорирования в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо решить на основе технологических исследований и анализов. При этом надо особо принимать во внимание возможность образования хлорорганических соединений (тригалогенметанов). Это результат хлорирования воды, содержащей много органических веществ [2, с. 108].

Тригалогенметаны (хлороформ и другие соединения) - канцерогенные вещества, содержание которых в питьевой воде во многих странах нормируется стандартом. В частности, Всемирная ассоциация здравоохранения рекомендует норму 30 мг/л. Для предотвращения образования хлорорганических веществ при подготовке хозяйственно-питьевых вод рекомендуется отказаться от

введения хлора до очистных сооружений (первичное хлорирование), заменить  $Cl_2$  на  $ClO_2$  или  $O_3$ , использовать окислители в комбинации с сорбентами. Например, по схеме:  $O_3$  - активный уголь - вторичное хлорирование.

Метод ультрафиолетового обеззараживания имеет следующие преимущества по отношению к окислительным обеззараживающим методам (хлорирование, озонирование) [22, с. 149]:

- УФ-облучение летально для большинства водных бактерий, вирусов, спор и простейших. Оно уничтожает возбудителей таких инфекционных болезней, как тиф, холера, дизентерия, вирусный гепатит, полиомиелит и др. Применение ультрафиолета позволяет добиться более эффективного обеззараживания, чем хлорирование, особенно в отношении вирусов;

- обеззараживание ультрафиолетом происходит за счет фотохимических реакций внутри микроорганизмов, поэтому на его эффективность изменение характеристик воды оказывает намного меньшее влияние, чем при обеззараживании химическими реагентами. В частности, на воздействие ультрафиолетового излучения на микроорганизмы не влияют рН и температура воды;

- в обработанной ультрафиолетовым излучением воде не обнаруживаются токсичные и мутагенные соединения, оказывающие негативное влияние на биоценоз водоемов;

- в отличие от окислительных технологий в случае передозировки отсутствуют отрицательные эффекты. Это позволяет значительно упростить контроль за процессом обеззараживания и не проводить анализы на определение содержания в воде остаточной концентрации дезинфектанта;

- время обеззараживания при УФ облучении составляет 1-10 секунд в проточном режиме, поэтому отсутствует необходимость в создании контактных емкостей;

- достижения последних лет в светотехнике и электротехнике позволяют обеспечить высокую степень надежности УФ комплексов. Современные УФ лампы и пускорегулирующая аппаратура к ним выпускаются серийно, имеют

высокий эксплуатационный ресурс;

- для обеззараживания ультрафиолетовым излучением характерны более низкие, чем при хлорировании и, тем более, озонировании эксплуатационные расходы. Это связано со сравнительно небольшими затратами электроэнергии (в 3-5 раз меньшими, чем при озонировании); отсутствием потребности в дорогостоящих реагентах: жидком хлоре, гипохлорите натрия или кальция, а также отсутствием необходимости в реагентах для дехлорирования.

- отсутствует необходимость создания складов токсичных хлорсодержащих реагентов, требующих соблюдения специальных мер технической и экологической безопасности, что повышает надежность систем водоснабжения и канализации в целом;

- ультрафиолетовое оборудование компактно, требует минимальных площадей, его внедрение возможно в действующие технологические процессы очистных сооружений без их остановки, с минимальными объемами строительно-монтажных работ.

Известно, что бактерицидное действие ультрафиолетового излучения немонотонно зависит от длины волны и имеет максимум в области 250-260 нм. Наиболее оптимальными источниками излучения являются ртутные лампы низкого давления, излучающие на длине 253,7 нм. Кроме длины волны важной характеристикой является доза облучения —  $D$  [мДж/см<sup>2</sup>], которая определяет степень обеззараживания в процессе облучения. Для лабораторных культур наблюдается строгая убывающая экспоненциальная зависимость выживших микроорганизмов от дозы облучения [24, с. 97].

Однако, непосредственные измерения, проведённые на реальных сточных водах, показали, что наблюдается отличие от экспоненциального закона убывания числа микроорганизмов. Так было обнаружено, что, начиная с некоторой пороговой концентрации, снижение числа микроорганизмов под воздействием ультрафиолетового облучения прекращается. Значение остаточной концентрации выходит на «плато». Характеристика, отражающая зависимость уменьшения концентрации микроорганизмов от дозы УФ

облучения, называется кривой обеззараживания. Вид кривой обеззараживания для сточных вод в некотором приближении, в случае  $N_0 \gg N_p$ , можно представить формулой (1.5):

$$N = N_0 e^{-kD} + N_p \quad (1.5)$$

где  $N_p$  – концентрация микроорганизмов, достигаемая на «плато» кривой обеззараживания,  $k$ -коэффициент сопротивляемости микроорганизмов.

Значение концентрации микроорганизмов на «плато» определяется предшествовавшей обеззараживанию технологии очистки стоков. «Плато» кривой обеззараживания достигается обычно при дозах облучения 20-30 мДж/см<sup>2</sup>. Таким образом, для достижения максимальной эффективности обеззараживания требуется обеспечить в установках обеззараживания такую дозу облучения, при которой количество микроорганизмов после облучения будет определяться величиной  $N_p$ .

Отличие кривой обеззараживания для реальных сточных вод от обеззараживания лабораторных культур объясняется, во-первых, тем, что в естественных условиях микроорганизмы имеют очень широкий видовой состав и обладают различной степенью сопротивляемости. Во-вторых, взвешенные вещества, находящиеся в воде, экранируют микроорганизмы от излучения или, более того, содержат микроорганизмы внутри себя (связанные с частицами бактерии). К тому же микроорганизмы часто образуют конгломераты различной величины. Так как ультрафиолетовое излучение не всегда может проникнуть внутрь частиц или конгломерата, появляется часть не подвергающихся облучению бактерий. Известно, что аналогичный эффект наблюдается при применении любых технологий обеззараживания, например, хлорирования и озонирования. Величина  $N_p$  определяется главным образом количеством микроорганизмов, связанных с взвешенными веществами.

В настоящее время в ходе исследований и промышленной эксплуатации ультрафиолетовых систем установлено, что основными показателями,

влияющими на эффективность обеззараживания, являются содержание взвешенных веществ и коэффициент пропускания сточных вод на длине 254 нм.

## 1.2 Сущность метода биохимической очистки сточных вод

Биологическое окисление - широко применяемый на практике метод очистки сточных вод, позволяющий удалить из них многие органические и некоторые неорганические (сероводород, сульфиды, аммиак, нитраты и др.) вещества. Биохимическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные органические загрязнения в качестве источника питания в процессах своей жизнедеятельности. Биологическим путем обрабатываются, подвергаясь частичной или полной деструкции, многие виды органических загрязнений городских и производственных сточных вод [4, с. 157].

Контактируя с органическими веществами, микроорганизмы разрушают их, превращая в воду, диоксид углерода, нитрит- и сульфат-ионы и др. Другая часть вещества идет на образование биомассы.

Широкое использование биохимического метода обусловлено его достоинствами: возможностью удалять из сточных вод разнообразные органические и некоторые неорганические соединения, находящиеся в воде в растворенном, коллоидном и нерастворенном состоянии, в том числе токсичные; простотой аппаратного оформления, относительно невысокими эксплуатационными затратами, глубиной очистки. К недостаткам следует отнести высокие капитальные затраты, необходимость строгого соблюдения режима очистки, токсичное действие на микроорганизмы ряда органических и неорганических соединений, необходимость разбавления сточных вод в случае высокой концентрации примесей.

Для определения возможности подачи промышленных сточных вод на биохимические очистные сооружения устанавливают максимальные



концентрации токсичных веществ, которые не влияют на процессы биохимического окисления ( $MK_6$ ) и на работу очистных сооружений ( $MK_6$ ). При отсутствии таких данных возможность биохимического окисления устанавливается по биохимическому показателю  $BPK_{II}/XPK$ . Для бытовых сточных вод это отношение составляет примерно 0,86, а для производственных изменяется в очень широких пределах: от 0 до 0,9. Сточные воды с низким отношением  $BPK_{II}/XPK$ , как правило, содержат токсичные примеси, предварительное извлечение которых может повысить это отношение, т.е. обеспечить возможность биохимического окисления. Поэтому сточные воды не должны содержать ядовитых веществ и примесей солей тяжелых металлов. Биохимическую очистку считают полной, если  $BPK_{II}$  очищенной воды составляет менее 20 мг/л и неполной, если  $BPK_{II} > 20$  мг/л. Такое определение условно, так как даже при полной биохимической очистке происходит лишь частичное освобождение воды от суммы находящихся в ней примесей.

Биологическое окисление осуществляется сообществом микроорганизмов (биоценозом), включающим множество различных бактерий, простейших, а также водорослей, грибов и т.д., связанных между собой в единый комплекс сложными взаимоотношениями (метабиоза, симбиоза и антоганизма). Главенствующая роль в этом сообществе принадлежит бактериям, число которых варьируется от  $10^6$  до  $10^{14}$  клеток на 1 г сухой биомассы. В процессе биохимического окисления при аэробных условиях сообщество микроорганизмов носит название активного ила или биопленки. Активный ил состоит из живых микроорганизмов и твердого субстрата и по внешнему виду напоминает хлопья коагулянта с цветом от белесо-коричневого до темно-коричневого. Скопление бактерий в активном иле окружены слизистым слоем (капсулами) и называются зоогелями. Они способствуют улучшению структуры ила, его осаждению и уплотнению [7, с. 56].

Активный ил представляет собой амфотерный коллоид, имеющий в интервале значений  $pH=4-9$  отрицательный заряд, и обладающий большой адсорбционной способностью за счет развитой суммарной поверхности

бактериальных клеток. Адсорбционная способность активного ила с течением времени понижается из-за насыщения загрязнителями сточной воды. Процесс восстановления идет за счет жизнедеятельности микроорганизмов, заселяющих активный ил, и называется регенерацией.

Несмотря на существенные различия очищаемых сточных вод, элементарный химический состав активных илов достаточно близок, хотя и неидентичен. Это сходство есть результат общности его основы - бактериальных клеток. В состав клеток входят Н, N, S, С, О, Р, зола, а также различные микроэлементы – В, V, Fe, S, Mn, Mo, Cu и др. Н, N, С и О образуют группу органогенных веществ, эти элементы входят в бактериальные клетки в виде воды, белков, жиров и углеводов; 80-85% веса микробов оставляет вода.

Сухое вещество активного ила представляет собой комплекс минеральных (10-30%) и органических (70-90%) веществ. Основную массу органических соединений составляют белки. В состав зольных частей клеток входят микроэлементы – Са, К, Mg, S, Mn, Cu, Na, Fe, Zn и др. Кроме того, для построения бактериальной клетки необходимы биогенные элементы – фосфор, азот, калий.

Качество ила определяется скоростью его осаждения и степенью очистки воды. Состояние ила характеризует иловый индекс, представляющий собой отношение объема осаждаемой части активного ила к массе высушенного осадка (в граммах) после отстаивания в течение 30 минут. Чем больше иловый индекс, тем хуже оседает ил.

Известны аэробные и анаэробные методы биохимической очистки. Аэробные методы основаны на использовании аэробных групп микроорганизмов, для жизнедеятельности которых необходим постоянный приток кислорода и температура 20-40<sup>0</sup>С. При изменении температурного и кислородного режимов состав и число микроорганизмов меняется, они культивируются в активном иле или биопленке. Анаэробные методы протекают без доступа кислорода, их используют главным образом для обработки осадков.

Вся совокупность сооружений биологической очистки можно разделить

на три группы по признаку расположения в них активной биомассы [13, с. 120]:

1) активная биомасса закреплена на неподвижном материале, а сточная вода тонким слоем скользит по материалу загрузки;

2) активная биомасса находится в воде в свободном (взвешенном) состоянии;

3) сочетание обоих вариантов расположения биомассы.

Первую группу сооружений составляют бифильтеры; вторую – аэротенки, циркуляционные окислительные каналы, окситенки; третью – погружные биофильтры, биотенки, аэротенки с наполнителями. Все эти сооружения работают в искусственных условиях.

Биологическая очистка может также осуществляться в естественных условиях на сооружениях почвенной очистки и в биологических прудах.

Такое разнообразие видов бактерий обусловлено наличием в очищаемой воде органических веществ различных классов. Если же в составе стоков присутствует лишь один или несколько близких по составу источников органического углерода, т. е. один или несколько близких гомологов органического соединения, то возможно развитие монокультуры бактерий.

Сообщество микроорганизмов представлено одними бактериями в том случае, если очистку проводят в анаэробных условиях (отсутствии растворенного в воде кислорода) или при слишком неблагоприятном уровне питания, который представляет собой отношение количества органических веществ к числу микроорганизмов. Неблагоприятным уровнем питания может оказаться, например, слишком высокое соотношение количества подаваемых на очистку загрязнений и количества биомассы микроорганизмов. Если очистку проводят в аэробных условиях (в присутствии растворенного кислорода), то при благоприятной обстановке в сообществе микроорганизмов развиваются простейшие, представленные числом видов от 1 до 15-30.

Среди бактерий в очистных сооружениях сосуществуют гетеротрофы и автотрофы, причем преимущественное развитие та или иная группа получает в зависимости от условий работы системы. Это две группы бактерий

различаются по своему отношению к источнику углеродного питания. Гетеротрофы используются в качестве источника углерода готовые органические вещества и перерабатывают их для получения энергии и биосинтез клетки. Афтотрофные организмы потребляются для синтеза клетки неорганических углеродов, а энергию получают либо за счет фотосинтеза, используя энергию света, либо за счет хемосинтеза путем окисления некоторых неорганических соединений, например аммиака, нитритов, солей двухвалентного железа, сероводорода, элементарной серы и др. [19, с. 151].

Механизм биологического окисления в аэробных условиях гетеротрофными бактериями может быть представлен следующей схемой:

Органические вещества + O<sub>2</sub> + N + P → микроорганизмы + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + биологически неокисляемые растворенные вещества;

Микроорганизмы + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + N + P + биологически неразрушаемая часть клеточного вещества.

Реакция символизирует окисление исходных органических загрязнений стока и образование новой биомассы. В очищенном стоке остаются биологически неокисляемые вещества, преимущественно в растворенном состоянии, так как коллоидные и нерастворенные вещества удаляются из воды методом сорбции.

Если в сообществе микроорганизмов есть простейшие, то их роль весьма многопланова и заключается прежде всего в регулировании количества бактерий в сообществе микроорганизмов и в непосредственном изъятии из воды крупных частиц исходных примесей.

Бактериям принадлежит основная роль в процессах изъятия из сточной жидкости растворенных органических веществ. Они способны также, воздействуя экзоферментами на сложные соединения, усваивать коллоидные частицы и взвешенные вещества. Среди бактерий — обитателей очистных сооружений — встречаются все морфологические формы.

Наиболее распространены короткие грамтрицательные бесспорные палочки, относящиеся к роду *Pseudomonas*. Постоянно присутствуют во всех

типах очистных сооружений представители родов *Bacterium*, *Micrococcus*, *Sarcina* и *Bacillus*.

Для аэробных очистных сооружений характерна *Zoogloea ramigera* (рисунок 1.1). Эта бактерия образует своеобразные микроколонии, напоминающие разветвленное деревце. Клетки в колонии окружены капсулой и потому не слипаются друг с другом, а вся колония одета общей слизистой капсулой [9, с. 76].

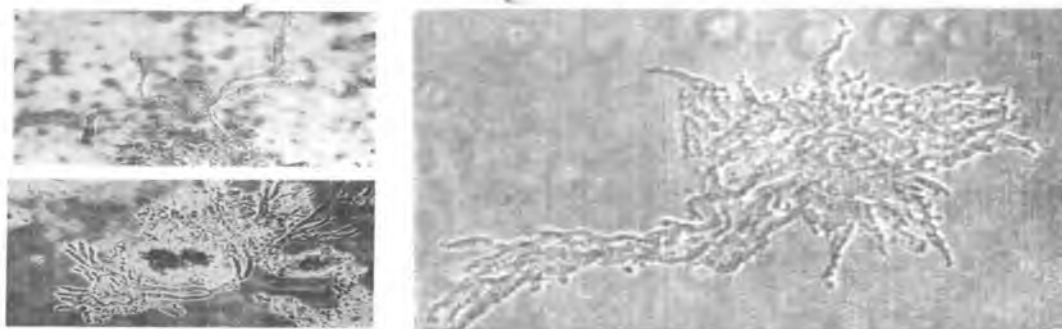


Рисунок 1.1 - Различные формы *Zoogloea ramigera*

Бактерии отличаются чрезвычайно лабильным обменом. Они в большей степени, чем другие микро- и макроорганизмы, способны приспосабливаться к неблагоприятным окружающим условиям. При поступлении на очистные сооружения сточных вод, содержащих токсичные вещества, единственными обитателями сооружений часто остаются бактерии. Они не только более устойчивы к действию ядовитых веществ, но и легче других живых организмов адаптируются к использованию новых источников питания.

Извлекая и преобразуя токсичные соединения, они освобождают от них сточную жидкость и делают ее пригодной для других организмов. Кроме того, переводя растворенное органическое вещество в вещество своего тела, бактерии делают его доступным организмам, неспособным к усвоению растворенных веществ. Таким образом, бактерии образуют первое пищевое звено на сооружениях биологической очистки.

Иногда на сооружениях биологической очистки сильно размножается нитчатая бактерия *Sphaerotilus natans*. Эта бактерия—гетеротроф и хороший минерализатор органических веществ, но на искусственных очистных

сооружениях ее развитие нежелательно, так как *Sph. natans* препятствует осаждению активного ила во вторичных отстойниках, а в биофильтрах мешает свободному протеканию сточной жидкости через биофильтр [15, с. 62].

Помимо гетеротрофных бактерий, усваивающих органические вещества, в очистных сооружениях часто присутствуют литотрофные организмы: нитрифицирующие бактерии, тионовые бактерии и серобактерии. Нитрифицирующие бактерии развиваются большей частью в конце процесса биологической очистки, когда создаются благоприятные условия для их роста.

Тионовые бактерии встречаются в сооружениях, предназначенных для очистки сточных вод, содержащих восстановленные соединения серы — такие, как метилсульфид, диметилсульфид, меркаптаны и т. п. Эти соединения содержатся, например, в сточных водах целлюлозно-бумажных комбинатов.

Серобактерии на очистных сооружениях развиваются в присутствии серосодержащих органических веществ, например белков. Особенно много их при недостаточной аэрации, так как они способны получать энергию, окисляя сероводород до серы. По этой причине массовое развитие серобактерий и особенно отложение капелек серы в их клетках свидетельствует о плохой очистке.

Все грибы обладают гетеротрофным типом питания, многие из них относятся к активным минерализаторам, поэтому в процессах очистки грибы иногда играют существенную роль. На очистных сооружениях канализации встречаются в основном плесневые многоклеточные грибы, такие как *Fusarium*, *Nematosporangium* и др., но иногда развиваются грибы с одноклеточным мицелием и дрожжи. В водной среде грибы обычно размножаются вегетативным способом, плодовых тел не образуют, и потому их определение весьма затруднительно. Необходимо научиться отличать грибы от нитчатых бактерий и водорослей.

От бактерий грибы отличаются истинным ветвлением, а от водорослей — отсутствием пигментов. Массовое развитие грибов в биофильтре затрудняет прохождение жидкости через биофильтр, а в аэротенке — препятствует

осаждению ила во вторичном отстойнике. По этой причине массовое развитие грибов в очистных сооружениях канализации нежелательно.

Грибы широко используют органические вещества, в том числе они способны усваивать трудноокисляемые и токсичные соединения, в частности фенолы, и в некоторых случаях очистку сточных вод в аэротенках можно вести с помощью грибов (рисунок 1.2). Концентрация активного ила при этом понижается до 0,2 — 0,3 г/л [6, с. 143].

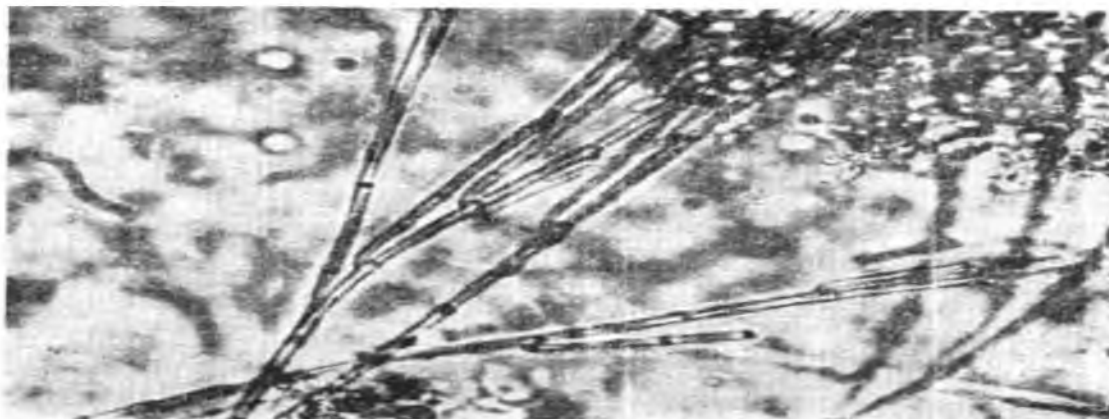


Рисунок 1.2 - Грибы в активном иле аэротенка, очищающего сточные воды

Дрожжи на очистных сооружениях встречаются в основном при очистке сточных вод от производства дрожжей, например при выращивании кормовых дрожжей на гидролизатах древесины, на углеводородах и т. д. В сточных водах, богатых углеводами, углеводородами и органическими кислотами, дрожжи могут достигать значительного развития.

Водоросли — основной агент очистки сточных вод в биологических прудах. Иногда наблюдается массовое развитие водорослей, особенно синезеленых, на полях орошения, полях фильтрации и на поверхности биофильтра [12, с. 185].

В присутствии большого количества органических веществ многие водоросли переходят к гетеротрофному типу питания и в этом случае непосредственно участвуют в минерализации органических соединений. Водоросли способствуют освобождению сточных вод от соединений азота и фосфора, вызывающих эвтрофикацию водоемов, они обогащают окружающую

среду кислородом и потому играют очень существенную роль в процессах очистки сточных вод в естественных очистных сооружениях. В аэротенках водоросли встречаются очень редко [14, с. 44].

На очистных сооружениях канализации встречаются представители трех классов простейших: саркодовых, жгутиковые и инфузорий. Роль простейших заключается, прежде всего в том, что, пытаясь бактериями и взвешенными веществами, они способствуют осветлению воды и до известной степени ограничивают количество бактерий. Кроме того, простейшие выполняют функцию индикаторов. По развитию тех или иных форм можно судить о качестве очистки сточной воды. Ниже дается характеристика некоторых индикаторных организмов.

Саркодовые. Из обширного класса саркодовых наибольший интерес представляют так называемые корненожки.

Из голых корненожек к индикаторным организмам относятся представители рода амеба и рода пеломикса. Пеломикса отличается от обычных амёб размерами (до 2 мм) и широколопастными псевдоподиями. В цитоплазме ее содержатся тельца и палочковидные включения. *Pelomixa palustris* развивается в загрязненных водах в больших количествах [23, с. 107].

Род Амёба включает очень большое число видов. Часть их трудно определить. От пеломиксы амёбы отличаются отсутствием включений и блестящих телец. Амёба *limax* служит показателем плохой очистки. Появление в активном иле *A. radiosa* свидетельствует о хорошей очистке.

Появление в аэротенке большого количества мелких амёб — плохой признак. Обычно это наблюдается при перегрузках. Небольшое количество крупных амёб встречается в нормально работающем иле (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Амёба в активном иле



Раковинные корненожки характеризуются наличием домика, состоящего только из органического вещества ила, пропитанного кремнием, железом или кальцием. Из раковинных корненожек, к наиболее часто встречающимся видам организмов относятся *Arcella*, *Centropyxis* и *Pamphagus* [3, с. 125].

*Arcella* отличается формой раковинки, состоящей из шестигранных ячеек: структура домика хорошо видна под микроскопом. *Arcella* встречается в удовлетворительно работающем активном иле.

*Centropyxis* имеет округлую раковину, сплюсненную сверху вниз. Раковина окрашена в бурый цвет и покрыта кремневыми пластинками. *Centropyxis* встречаются при хорошей работе очистных сооружений.

*Pamphagus* характерен тем, что его раковина состоит только из органического вещества. Она стекловидная, бесструктурная, прозрачная, эластичная. *Pamphagus* развивается при плохой работе очистных сооружений.

Жгутиковые (*Mastigophora*). Появление большого количества мелких бесцветных жгутиковых всегда свидетельствует об ухудшении работы очистных сооружений. Оно связано либо с недостатком кислорода, либо с перегрузкой. Из бесцветных жгутиковых чаще всего встречаются представители рода *Oisomonas* с одним плавательным жгутиком и рода *Vodo* с двумя жгутиками, один из которых плавательный, другой — рулевой. Рулевой жгутик направлен назад. На очистных сооружениях часто встречается крупный жгутиконосец *Peranema*. Для этого организма характерно плавное волнообразное движение жгутика и относительно медленное передвижение тела. *Peranema* не содержит пигментов, но относится к подклассу растительноядных жгутиковых, так как отсутствие хроматофоров у нее вторичное.

Инфузории. К классу инфузорий относится наибольшее количество индикаторных организмов. Равноресничная инфузория *Paramecium caudatum* (инфузория туфелька), *Colpidium colpoda*, *Glaucocystis scintillans* приспособлены к существованию в условиях низкого содержания кислорода. В аэротенках они развиваются в случае нарушения работы сооружения, и поэтому появление

большого числа особей этих видов — тревожный признак. Другие равноресничные инфузории — *Litonotus fasciola* и многие виды рода *Cyclidium* регулярно встречаются в удовлетворительно работающем активном иле. *Cyclidium* имеет характерное строение: на конце тела у нее расположены длинные осязательные щетинки числом от 1 до 7, а у околоротового поля — прозрачная мембрана, способствующая сгущению пищи [8, с. 84].

Присутствие в активном иле *Oxytricha*, *Stylonychia*, *Euplotes* и *Aspidiska*. - признак удовлетворительно работающего ила. Они редко находятся в больших количествах. Исключения составляют виды рода *Aspidiska*, которые иногда, особенно зимой, достигают заметного развития: 2—3 особи в поле зрения микроскопа.

Видовое определение перечисленных организмов иногда весьма затруднительно. Особенно это касается вортицелл. Вместе с тем определение вортицелл часто бывает необходимым так как одни из них свидетельствуют о плохой работе сооружения, а другие — о хорошей.

В очистных сооружениях обычно присутствуют черви: щетинконогие (*Oligochaeta* и *Polychaeta*), круглые (*Nematoda*) и коловратки (*Rotatoria*). Коловратки в систематическом отношении близки круглым червям. Шире других представлены и чаще всего встречаются коловратки [17, с. 169].

## 2 Анализ и оценка воздействия промышленных стоков ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду

### 2.1 Общая характеристика ООО «Афипский НПЗ»

ООО «Афипский НПЗ» - это одно из динамично развивающихся предприятий с высококвалифицированным коллективом. В его распоряжении современное технологическое оборудование, которое позволяет перерабатывать около 500 000 тонн сырой нефти ежемесячно, при этом соблюдаются все нормы и требования промышленной безопасности и экологии. ООО «Афипский НПЗ» вносит значительный социально - экономический вклад в развитие Кубани.

Афипский нефтеперерабатывающий завод основан в 1963 году в поселке городского типа Афипский Северского района Краснодарского края. Первой продукцией предприятия были бензин А-66 и дизельное топливо.

В Советском Союзе на базе Афипского НПЗ впервые был реализован проект получения в больших количествах бензола и других ароматических углеводородов посредством переработки добываемого из недр конденсата. В 1978 году на предприятии введен в эксплуатацию комплекс технологических установок для получения индивидуальной ароматики: бензола, толуола, ксилола и высокооктановых бензинов.

В связи с высокой потребностью страны в бензине и качественном дизтопливе в середине 90-х годов завод был перепрофилирован под переработку нефти. В 2010 году Афипский НПЗ перешел в управление компании «НефтеГазИндустрия», после чего началась масштабная реконструкция производства.

Сегодня производственные мощности Афипского НПЗ позволяют перерабатывать 6 млн. тонн сырья, поступающего по трубопроводам и ж/д транспортом. Основная продукция: бензин газовый стабильный, дизельное топливо, дистилляты газового конденсата, остатки нефтяные тяжелые, сера.

АНПЗ - единственный поставщик услуг по водоснабжению, очистке

сточных вод, транзиту электроэнергии в поселок Афипский и близлежащие поселения, снабжает теплом промышленную зону Северского района.

Афипский НПЗ является одним из самых крупных нефтеперерабатывающих производств на юге России. Численность сотрудников составляет порядка 1500 человек. Завод неоднократно признавался победителем конкурса «Лидер экономики Кубани» среди предприятий топливно-энергетического комплекса края, «Смотра-конкурса на лучшую организацию работы в области охраны труда в организациях Краснодарского края», всероссийского конкурса «Российская организация высокой социальной эффективности».

В планах руководства – строительство современных технологических объектов, которое позволит в два этапа нарастить мощность переработки нефти с 6 до 9 млн. тонн в год, а также увеличить глубину переработки с 77% до 93%. Реализация проекта по модернизации Афипского НПЗ также позволит повысить производительность предприятия, привлечь в регион инвестиции, создать условия для обеспечения внутреннего рынка дополнительными объемами автомобильного топлива.

Афипский нефтеперерабатывающий завод — крупнейшее предприятие Краснодарского края, является градообразующим предприятием Афипского городского поселения Северского района. На заводе регулярно проводится ремонт и модернизация оборудования, что способствует снижению нагрузки предприятия на окружающую среду.

В октябре 2008 года предприятие прошло сертификацию интегрированной системы менеджмента (ИСМ), которая признана отвечающей требованиям трех международных стандартов в области качества, экологии и профессионального здоровья:

- ISO 9001:2008 системы менеджмента качества;
- ISO 14001:2004 системы экологического менеджмента;
- OHSAS 18001:2007 системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности.

В 2014 году предприятие успешно прошло ресертификацию интегрированной системы менеджмента.

На предприятии завершили реконструкцию очистных сооружений и очистку шламонакопителя. Это очень важно, ведь нефтеперерабатывающий завод работает в главном курортном регионе страны. К тому же он снабжает электроэнергией полсотни предприятий, обеспечивает поселок Афипский артезианской водой из собственного водозабора и принимает из поселка на свои очистные сооружения хозяйственно-бытовые воды.

Экологические проблемы завода решаются комплексно и охватывают все стадии нефтеперерабатывающего производства. Регулярный экологический мониторинг промышленной и санитарно-защитной зоны завода, мониторинг мест хранения отходов, наблюдение за выбросами стационарных источников в атмосферу и за сбросом очищенных сточных вод в р. Афипс проводятся экологической лабораторией ООО «Афипский НПЗ», имеющей соответствующую аккредитацию и аттестацию. Осуществление производственного экологического контроля позволяет сохранять высокий уровень экологической безопасности производства.

Территория нефтеперерабатывающего завода и его санитарно-защитная зоны озеленена и благоустроена, озеленено более 50% территории промплощадки.

Предприятие работает по топливной схеме переработки нефти и промежуточных продуктов с глубиной переработки более 60%. Сырье перерабатывается на нескольких технологических установках. В результате переработки получают различные нефтяные фракции, которые, затем, используются для приготовления товарной продукции разных наименований. Сырьё предприятия – малосернистые краснодарские и западносибирские нефти с содержанием серы до 0,6%.

ООО «Афипский НПЗ» вырабатывает широкий ассортимент товарной продукции:

- бензин прямой гонки;

- бензин «экстра» (экстракционный бензин);
- топливо реактивное;
- топливо дизельное;
- топливо моторное;
- топливо печное;
- мазут;
- битумы дорожные и строительные.

В состав ООО «Афипский НПЗ» входят:

а) основное производство:

- установка АВТ;
- установка АТ-2;
- экстракционная установка;
- установка производства битумов БУ-2;
- установка производства нафтената натрия МНУ;
- цех резервуарных парков и коммуникаций ЦРПиК;
- цех воздуховодоснабжения и канализации ВИК.

б) вспомогательное производство:

- парокотельный цех;
- электроцех;
- ремонтно-механический цех;
- слесарная мастерская контрольно-измерительных приборов;
- центральная заводская лаборатория;
- автотранспортный цех;
- стоянка личного автотранспорта;
- маневровый тепловоз;
- пожарная часть;
- столовая;
- прачечная.

Атмосферно-вакуумная трубчатая установка (АВТ) предназначена для

переработки малосернистых и малопарафинистых нефтей для получения нефтяных фракций путем ректификации по топливной схеме. Производительность установки - до 1.6 мл.т/год по сырой нефти. Установка введена в эксплуатацию в 1963 г., реконструирована в 1976 г. Продуктами переработки нефти установки АВТ являются:

- «жирный газ»;
- бензиновая фракция;
- керосиновая фракция;
- дизельная фракция;
- соляровая фракция;
- мазут;
- гудрон.

Установка имеет 1 неорганизованный и 4 организованных источника загрязнения атмосферы. Атмосферная трубчатая установка (АТ-2) предназначена для переработки малосернистых и малопарафинистых нефтей для получения нефтяных фракций путем ректификации по топливной схеме.

Производительность установки — 1.4 мл.т/год по сырой нефти. Установка введена в эксплуатацию в 1963 г., реконструирована в 1972 г. и 1992 г. Продуктами переработки нефти установки АТ-2 являются:

- «жирный газ»;
- бензиновые фракции;
- керосиновые фракции;
- дизельные фракции;
- мазут.

Установка АТ-2 имеет 1 организованный и 1 неорганизованный источника загрязнения атмосферы. В состав установки АТ-2 входит реагентное хозяйство, которое включает в себя:

- резервуары № 1,2 для приема щелочи с эстакады слива щелочи из железнодорожной цистерны;

- резервуары № 3,4,5 для приготовления 5 % раствора щелочи и подачи его на блок защелачивания установок АВТ и АТ-2;
- железнодорожную эстакаду слива щелочи из цистерны, включающую в себя 1 стояк.

Реагентное хозяйство имеет 2 неорганизованных источника загрязнения атмосферы. Установка по производству экстрационного бензина предназначена для получения бензиновых фракций путем вторичной ректификации бензиновой фракции 35°-175°С, получаемой с установок АВТ и АТ-2. В процессе производства получают:

- бензиновая фракция 700—950°С (бензин «Экстра») с содержанием ароматических углеводородов не более 4 %. массовых - товарная продукция;
- бензиновые фракции 35°-95°С, 80°-180°С - побочная продукция.

Производительность установки - 150000 т/год по сырью. Установка введена в эксплуатацию в 1965 г. и реконструирована в 1995 г. Установка имеет 1 неорганизованный источник загрязнения атмосферы.

Битумная установка БУ-3 предназначена для получения битумов нефтяных марок БНД 40/60, БН 70/30, БЗК, МБК за счет непрерывного окисления тяжелых нефтяных остатков (гудронов) в турбулентном потоке воздуха в змеевиковом трубчатом реакторе. Побочным продуктом при получении битумов являются черный соляр. Производительность установки - до 200000 т/год по сырью.

Установка введена в эксплуатацию в 1964 г. Установка имеет 5 организованных и 2 неорганизованных источников загрязнения атмосферы.

Установка по производству нафтената натрия предназначена для переработки щелочных отходов, полученных после защелачивания керосиновых и дизельных фракций и получения товарного нафтената натрия с содержанием натриевых солей нафтенновых кислот до 43% масс., побочным продуктом является отработанный керосин.

Производительность установки - 2500 т/год по нафтеновым кислотам.



Установка введена в эксплуатацию в 1954 году. Установка имеет 1 неорганизованный и 3 организованных источников загрязнения атмосферы.

Цех резервуарных парков и коммуникаций (ЦРП и К) предназначен для приема по трубопроводу и отпуска на переработку сырой нефти, приема, хранения и отгрузки товарных нефтепродуктов. ЦРП и К включает в себя:

- группу налива;
- товарную группу;
- автоэстакаду налива светлых нефтепродуктов;
- группу по ремонту и обслуживанию железнодорожных путей;
- ремонтную группу.

Группа налива предназначена для приема сырой нефти по трубопроводу в резервуары и отгрузки мазута.

Товарная группа предназначена для приема нефтепродуктов с установок, приготовления товарной продукции согласно ГОСТа и подачу ее на налив.

Автоэстакада налива светлых нефтепродуктов предназначена для отпуска бензинов БПГ и «Экстра», а также дизтоплива в автоцистерны.

Ремонтная группа цеха резервуарных парков и коммуникаций предназначена для ремонта эстакад налива нефтепродуктов в ж/д и автоцистерны, для обслуживания и ремонта резервуаров, насосного оборудования; для обслуживания и ремонта систем отопления, водоснабжения и канализации ЦРПиК.

В составе ЦРПиК находятся передвижной сварочный аппарат и стационарный открытый сварочный пост. В помещении слесарной мастерской установлены 2 заточных станка. Два раза в год в ЦРПиК проводится покраска оборудования. Цех ЦРП и К имеет 23 неорганизованных и 4 организованных источников загрязнения атмосферы. Цех воздухо - водоснабжения и канализации включает (ВИК) включает в себя:

- комплекс очистных сооружений;
- блок оборотного водоснабжения;
- ремонтную группу.

Комплекс очистных сооружений, производительностью 1000 м<sup>3</sup>/час производственных сточных вод по нефтеловушке, 600 м<sup>3</sup>/час - по флотаторам, 300 м<sup>3</sup>/час - по микрофлотаторам, предназначен для получения очищенной сточной воды для сброса в р. Афипс (до 300 м<sup>3</sup>/час) и подачи воды в оборотную систему ООО «Афипский НПЗ» (до 300 м<sup>3</sup>/час).

Комплекс очистных сооружений включает в себя:

- приемный бассейн + песколовку;
- нефтеловушку;
- насосную мехочистку;
- пруды № 3, 4, 5;
- шламонакопитель (не действующий);
- приемную камеру флотации;
- флотаторы;
- насосную флотации;
- биореакторы (микрофлотация);
- насосную по перекачке воды на микрофлотацию;
- насосную по перекачке воды на БОВ и пруд № 5;
- резервуары № 12, 13 с нефтешламом;
- резервуары № 93, 94 с нефтешламом (биореакторы);
- резервуары № 87, 88 с ловушечной нефтью.

Блок обратного водоснабжения предназначен для охлаждения оборотной воды с технологических установок предприятия.

Производительность БОВ по воде составляет 1200 м<sup>3</sup>/час. Температура воды до охлаждения составляет 40-45 °С, после охлаждения до 30 °С.

В состав БОВ входит:

- камера горячей воды;
- камера холодной воды;
- насосная водоблока;
- брызгальный бассейн;

- градирни - инжекторная и вентиляторная.

В состав ремонтной группы цеха ВИК входят две компрессорных, два сварочных поста, мехмастерская и гаражный бокс с погрузчиком и 2 мотороллерами.

Цех ВИК имеет 22 неорганизованных и 6 организованных источников загрязнения атмосферы.

Парокотельный цех (ПКЦ) предназначен для теплоснабжения служб основного производства и, кроме того, производит пар и горячую воду на сторону. В состав ПКЦ входят:

- котельная;
- мехмастерская.

Котлы ШБ-А7 работают на смешанном топливе (мазут и газ природный), БГ—35/39 работает на газу. Для обеспечения жидким топливом на территории ПКЦ располагаются резервуары с мазутом № 1 и 2. В мехмастерской ПКЦ находятся открытый сварочный пост и заточной станок. ПКЦ имеет 3 неорганизованных и 3 организованных источников загрязнения атмосферы.

Электроцех предназначен для эксплуатации и ремонта электрооборудования на предприятии. В состав электроцеха входят:

- две аккумуляторных;
- мастерская по ремонту высоковольтного оборудования.

В распоряжении электроцеха находятся грузовой мотороллер и погрузчик дизельный ДП-1604. Электроцех имеет 2 неорганизованных и 6 организованных источников загрязнения атмосферы.

Ремонтно-механический цех предназначен для поддержания работоспособности оборудования в межремонтный период и выполнения текущих и капитальных ремонтов отдельно стоящего технологического оборудования (колонны, аппараты, нагревательные печи, трубопроводы, запорная арматура и др.). В состав РМЦ входят:

- мастерская по ремонту арматуры;
- токарно-механический участок;

- столярная мастерская;
- открытый бокс с грузовой машиной;
- СРСУ;
- мастерская по ремонту насосов;
- участок по ремонту технологического оборудования;
- кузница, где в качестве топлива используется природный газ.

В состав специализированного ремонтно-строительного участка входят:

- растворо-бетонный узел (РБУ);
- склад цемента и склад инертных материалов.

РМЦ имеет 9 неорганизованных и 5 организованных источников загрязнения атмосферы. Слесарная мастерская предназначена для мелкого ремонта приборов. В ней находятся заточной станок и открытый сварочный пост. Слесарная мастерская КИП имеет 2 неорганизованных источника загрязнения атмосферы. От источников слесарной мастерской и КИП в атмосферу выделяются следующие вредные ингредиенты; железа оксид, марганец и его соединения, фтористый водород, пыль неорганическая (2903), азота диоксид, углерода оксид, пыль абразивная, пыль металлическая.

Центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ) проводит аналитическую, исследовательскую и санитарную работы по составу нефтей, нефтепродуктов и сопутствующих веществ. ЦЗЛ имеет 4 организованных источника загрязнения атмосферы.

Автотранспортный цех предназначен для обеспечения транспортом основного производства и осуществления внутренних и внешних перевозок грузов и пассажиров, а также для поддержания работоспособности своего парка посредством технического обслуживания и ремонта.

В состав АТЦ входят:

- гараж;
- автозаправочная станция (АЗС);
- гараж легковых автомобилей.

Гараж располагается в 2 зданиях и на нескольких площадках.

В основном здании находятся: боксы 1-5; 3 смотровые ямы; ванна с дизтопливом для промывки деталей; пост вулканизации; аккумуляторная. Второе здание гаража предназначено для стоянки автотранспорта. Кроме этого, имеется открытая эстакада для осмотра и ремонта машин, открытая стоянка автотранспорта. При прохождении техосмотра проводится покраска автомашин.

АЗС включает в себя:

- емкости с бензином;
- стояк налива бензина;
- емкость с дизтопливом;
- стояк налива дизтоплива;
- пункт хранения и отпуска масел.

Гараж легковых автомобилей состоит из двух рядов боксов для стоянки автотранспорта. Автотранспортный цех имеет 9 неорганизованных и 4 организованных источников загрязнения атмосферы.

Стоянка личного автотранспорта представляет из себя условную круглогодичную стоянку легковых автомобилей работников предприятия, на которой машины остаются в дневное время рабочих дней. Стоянка личного автотранспорта имеет 1 неорганизованный источник загрязнения атмосферы.

Маневровый тепловоз предназначен для формирования железнодорожных составов под эстакады налива товарных нефтепродуктов и перемещения их на территории предприятия; для доставки железнодорожных грузов с сортировочного узла на склады НПЗ.

Маневровый тепловоз марки ЧМЭ-3 арендуется предприятием у железнодорожного депо и является неорганизованным источником загрязнения атмосферы.

В боксах гаража пожарной части ПЧ—15 дежурят 4 спецмашины с обязательным ежедневным прогревом двигателей. ПЧ-15 имеет 1 организованный источник загрязнения атмосферы.

В столовой установлены 2 плиты и шкаф для выпечки, жарочный шкаф,

имеется моечная. Столовая имеет 3 организованных источника загрязнения атмосферы.

В прачечной установлены 2 стиральных машины барабанного типа. Прачечная имеет 1 организованный источник загрязнения атмосферы.

Технико-экономические показатели деятельности ООО «Афипский НПЗ» представлены в таблицах 2.1 – 2.6. Баланс переработки нефти на период 2011 – 2020 гг. утвержден в пределах 1200000 т/г, при общей мощности предприятия 3000000 т/г. Площадь территории предприятия 66,3 га, площадь застройки с дорогами 15,9 га, площадь озеленения 33,8 га.

Таблица 2.1 - Сведения о выпускаемой продукции

Наименование выпускаемой продукции	Фактический объем выпуска за 2019 год, т/год
Бензин БПГ	151555,6
Керосин Т – 1	61802,5
Керосин ТС – 1	2642,5
Дизтопливо	336881,0
Мазут	443308,0
Битум	315000,0

Плата за 1 кВт электроэнергии, поставляемой «Кубаньэнерго» составляет 5,23 руб., за 1 тыс. м<sup>3</sup> сетевого газа – 5445,82 руб.

Источником тепловой энергии является котельная, расположенная на территории предприятия.

В качестве котельно-печного топлива на технологических установках и в котельной используется скрубберный газ, природный газ и мазут.

Таблица 2.2 - Общее потребление энергоносителей предприятием

Наименование показателей	Единица измерения	Показатели по годам		
		2017	2018	2019
Потребление котельно-печного топлива	Тонны условного топлива (т.у.т)	62093	61304	71176
Потребление электроэнергии	Мвт·ч	24019	22122	24377
Потребление сжатого воздуха	кН·ч	25460	20663	18757
Потребление топливной энергии	Гкал	151148	126138	189679

Таблица 2.3 - Водопотребление и водоотведение по предприятию

Наименование показателей	Единица измерения	Данные за 2019 год
Забрано воды, всего	тыс. м <sup>3</sup> /год	378,367
Количество скважин, всего	шт.	21,000
Количество очистных сооружений, всего	шт.	1,000
Количество выпусков сточных вод	шт.	1,000
Количество водных объектов-приемников СВ	шт.	1,000
Отведено сточных и ливневых вод, всего	тыс. м <sup>3</sup> /год	53,600

Таблица 2.4 - Объем забранной воды по типам источников водоснабжения

Источник водоснабжения		Номер источника водоснабжения	Наличие очистки водоподготовки	Код категории качества воды		Измерительные приборы (тип, марка)	Забрано или получено за год тыс. м <sup>3</sup> /год	Лимит забора воды тыс. м <sup>3</sup> /год
Наименование	Код			до очистки	после очистки			
Артезианские скважины	АЗО «Кубань»	1	Отсутствует	ПО	ПО	Счетчик СТВГ - 80	571,6	4243,6
Река Афипс	АЗО «Кубань»	2	Отсутствует	ТН	ТН	ДСС – 734 -Н	2628,0	1577,0

Таблица 2.5 - Лимиты водопотребления предприятия

Забор воды из источников	Лимиты водопотребления	
	тыс. м <sup>3</sup> /год	м <sup>3</sup> /сут
Забор подземных вод	3619,4	10016,8
а) производственные нужды	3537,5	9691,9
1) основное производство:	2950,1	8082,4
воды питьевого качества	8,2	22,4
воды технического качества	2941,9	8060,0
2) вспомогательное производство	587,4	1609,5
воды питьевого качества	5463,0	1496,9
воды технического качества	41,1	112,6
б) хозяйственно-питьевые нужды	80,7	320,2
в) передача абонентам на хозяйственно-питьевые нужды	1,2	4,7
Забор из р. Афипс на производственные нужды (пополнение системы оборотного водоснабжения)	923,5	2530,0

Таблица 2.6 - Техничко-экономические показатели деятельности предприятия за 2017-2019 гг.

Наименование показателей	Единица измерения	2017	2018	2019
Рентабельность	%	17,21	17,36	23,03
Себестоимость продукции	тыс. руб.	724372,00	563575,00	346949,00
Затраты на охрану ОС в себестоимости	тыс. руб.	79,00	396,00	3205,00
Балансовая прибыль, всего	тыс. руб.	143369,00	88901,00	201465,00
в том числе:				
прибыль остающаяся в распоряжении природопользователя	тыс. руб.	94284,00	63360,00	148228,00
затраты на ОСС из прибыли:	тыс. руб.	46513,40	52112,50	8044,90

## 2.2 Оценка негативного воздействия сточных вод ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду

Афипский нефтеперерабатывающий завод – предприятие топливного профиля, целью производственной деятельности которого является переработка углеводородного сырья (нефть и газовый конденсат) с получением бензина экспортного технологического, дизельного топлива, мазута и сжиженных газов. Очистные сооружения Афипского НПЗ производят прием и очистку производственных, ливневых и хозяйственных стоков со всех технологических площадок завода и близлежащих предприятий, а также хозяйственные стоки поселка Афипский. В месяц принимается от 50 до 170 тыс. м<sup>3</sup>. производственных и ливневых стоков, хозяйственных – 130 до 210 тыс. м<sup>3</sup>. Очищенные сточные воды используются повторно в целях обеспечения завода технологической водой. В зависимости от загрузки предприятия на технологию используется от 80 до 220 тыс. м<sup>3</sup>. в месяц, остальные очищенные стоки сбрасываются в р. Афипс.

Очистные сооружения имеют две технологические линии:

- очистка промышленных и ливневых стоков;
- очистка хозяйственных стоков.

Промышленные, ливневые и фекальные стоки поступают на очистные сооружения отдельными потоками – каждый из потоков проходит через свою



насосную и приемную камеру. На приеме промстоков предусмотрен пруд – усреднитель на случай аварийного сброса загрязненных сточных вод.

Промышленные и ливневые стоки поступают на механическую очистку. Система сооружений механической очистки промстоков включает песколовку и две нефтеловушки, которые работают поочередно. Здесь промстоки очищаются от содержащихся в них взвешенных веществ и нефтепродуктов. Водонефтяная эмульсия поступает в разделочные резервуары, где отделяется углеводородная часть. Углеводороды подаются обратно на завод в начало технологического процесса. Шлам поступает в шламонакопители.

Вода из разделочных резервуаров подается на флотационную станцию, где дополнительно очищается от нефтепродуктов, и поступает в смеситель. В смесителе объединяются очищенные промышленные и хозяйственные стоки и далее идут на биологическую очистку. Стоки через насосную станцию № 4 поступают в закрытую буферную емкость, откуда поступают в песколовку, где отделяется твердая фаза. Песколовка перекрыта сеткой. Жидкая фаза из песколовки поступает в первичные отстойники.

Хозяйственные сточные воды от насосной станции № 4 по напорному коллектору поступают в приемную камеру (буферную емкость) очистных сооружений. При этом крупные механические примеси остаются на решетках, а песок крупных и средних фракций задерживаются в песколовке. Из песколовки стоки поступают в первичные двухъярусные отстойники, где происходит оседание органических и неорганических взвешенных веществ. Отстоянная в первичном отстойнике сточная жидкость поступает в смеситель. Промстоки в смесителе разбавляются хозяйственными приблизительно вдвое. Из смесителя стоки попадают в аэротенки, где происходит их биологическая очистка с помощью активного ила (скопления микроорганизмов). Для обеспечения нормальной жизнедеятельности микрофлоры аэротенков и поддержания активного ила во взвешенном состоянии в аэротенк подается воздух. Очищенная сточная вода вместе с активным илом из аэротенка попадает во вторичные радиальные отстойники. Здесь происходит отделение активного ила

от очищенной воды, которая затем перекачивается в биологический пруд. Отработавший ил с остатками органических соединений из вторичного отстойника перекачивается в илоуплотнители, где происходит аэробная стабилизация избыточного ила. Затем ил выводится на досушку на иловые площадки.

Сточные воды проходят двойную биологическую очистку с обеззараживанием активными микроорганизмами закрепленными стационарно во вторичных аэротенках. После чего очищенная сточная вода поступает в биологический пруд второй ступени. Хлорирование сточных вод не производится. Основная часть очищенных сточных вод используется в качестве технологической воды в процессе переработки нефти, а избыток сбрасывается в р. Афипс.

В процессе жизнедеятельности микроорганизмов, применяемых для очистки сточных вод, выделяются токсичные газы: оксид углерода, аммиак, сероводород и др.

Оборудование очистных сооружений является источником выделения ЗВ в атмосферный воздух. От оборудования очистки промстоков от нефтепродуктов: пруд усреднитель, приемные камеры, песколовка, нефтеловушки, шламонакопители, разделочные резервуары и перекачивающее оборудование насосных промстоков в атмосферу поступают нефтяные углеводороды.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются открытые поверхности водного зеркала в приёмном бассейне, песколовке, нефтеловушке, прудах дополнительного отстоя, флотаторах, микрофлотаторах, неплотности в соединениях. Основными загрязняющими веществами являются легколетучие углеводородные соединения, в частности непредельные углеводороды. В атмосфере данные вещества претерпевают ряд химических изменений под воздействием воздуха и солнечных лучей.

Сводные данные по водопотреблению и водоотведению по предприятию представлены в таблицах 2.7 и 2.8.

Таблица 2.7 – Водопотребление и водоотведение по предприятию

Наименование показателей	Единица измерения	Данные за 2019 год
Забрано воды, всего	тыс. м <sup>3</sup> /год	544,021
Использовано воды, всего	тыс. м <sup>3</sup> /год	6062,040
Расход воды в системах оборотного и повторного водоснабжения, всего	тыс. м <sup>3</sup> /год	5518,019
Количество скважин, всего	шт.	12
Количество очистных сооружений, всего		1
Количество выпусков сточных вод	шт.	1
Количество водных объектов-приемников сточных вод	шт.	1
Отведено сточных и ливневых вод, всего	тыс. м <sup>3</sup> /год	–
Потери воды, всего из них: - потери при транспортировании - безвозвратные потери в производстве	тыс. м <sup>3</sup> /год	15,43 34,67

Таблица 2.8 – Состав и количество сточных вод

Контролируемые показатели	Действующие очистные сооружения	ПДС	Объем сточных вод, сбрасываемых в водоем, тыс.м <sup>3</sup> /год
БПК, мг/л	11,30	Не более 2,50	53,6
Нефтепродукты, мг/л	1,53	Не более $0,23 \cdot 10^{-1}$	
Взвешенные вещества, мг/л	13,30	Не более 5,75	
Сухой остаток	500,00	Не более 374,00	
Азот аммонийный	0,34	Не более $4,64 \cdot 10^{-2}$	
Азот нитратов	0,14	Не более 0,14	
Азот нитритов	$2,50 \cdot 10^{-2}$	Не более $2,00 \cdot 10^{-4}$	
Хлориды	47,40	Не более 40,90	
Сульфаты	96,50	Не более 36,20	
Фенол	$1,00 \cdot 10^{-4}$	Не более $1,00 \cdot 10^{-4}$	
Фосфаты	$4,50 \cdot 10^{-2}$	Не более $4,50 \cdot 10^{-2}$	
Сероводород	отсутствие	отсутствие	
Растворенный кислород	4,00	Не менее 4,00	
pH	от 6,50 до 8,50	от 6,50 до 8,50	
Токсичность	Не оказывает острого токсического действия на водоем	Не оказывает острого токсического действия на водоем	
Магний-катион	25,00	Не более 3,00	
Кальций-катион	19,50	Не более 19,50	
СПАВ, мг/л	0,40	Не нормируется	

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

- в качестве теплоносителя для охлаждения технологического продукта через стенку, без соприкосновения с ним или для защиты деталей конструкции агрегатов от разрушения (прогара), для конденсации продукта;

- в качестве среды, поглощающей и транспортирующей механические и растворенные примеси;

- для растворения технологических продуктов и реагентов (технологическая вода).

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

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 технологических систем, а в отдельных случаях и транспортирующих, 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.

В охлаждающих системах циркулирующая в них вода, как правило, не загрязняется технологическими продуктами, но многократно нагревается и охлаждается, аэрируется и частично испаряется. Обратная вода, нагретая в теплообменных аппаратах, охлаждается в градирнях, в водоемах-охладителях, брызгальных бассейнах или других устройствах и циркуляционными насосами снова подается в цикл. В процессе циркуляции происходит повышение минерализации и коррозионной активности воды, концентрирование химических и увеличение микробиологических загрязнений. В этой связи необходима стабилизационная обработка оборотной воды различными реагентами, которые нередко являются высоко опасными соединениями.

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, исключая 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.

Эпидемиологические и токсикологические факторы загрязненности воды обуславливают приоритет гигиенических критериев при ее использовании для технического водоснабжения. основополагающим принципом при этом является безусловное обеспечение безопасности для здоровья работающих и

населения, подвергающихся прямому или косвенному воздействию сточных и восстановленных вод.

Основным критерием эпидемической безопасности является отсутствие патогенных микроорганизмов - возбудителей инфекционных заболеваний.

В качестве индикаторных микроорганизмов в ряде стран рекомендуется использовать термотолерантные (фекальные) колиформные бактерии, E.coli, фекальные стрептококки.

Основным условием использования воды в закрытых системах является предотвращение случайных инфекционных заболеваний. Необходимая степень обеззараживания достигается при соответствии качества восстановленной воды требованиям, представленным в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Критерии показателей сточной воды для закрытых систем технического водоснабжения

Показатели	Показатели	Допустимые уровни
Взвешенные вещества	мг/л	10,0
БПК <sub>5</sub>	мг O <sub>2</sub> /л	10,0
ХПК	мг O <sub>2</sub> /л	70,0
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	500
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	100
Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	100

При использовании восстановленной воды в открытых системах технического водоснабжения эпидемическая безопасность является важнейшим критерием ее качества и, следовательно, степени ее очистки.

### 3 Разработка мероприятий по снижению негативного воздействия сточных вод ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду

#### 3.1 Предложения по снижению негативного воздействия сточных вод ООО «Афипский НПЗ» на окружающую среду

Аэротенки используются в чрезвычайно широком диапазоне расходов сточных вод от нескольких сот до миллионов кубометров в сутки.

В аэротенках-смесителях нагрузка на ил и скорость окисления загрязнений практически неизменны по длине сооружения. Они наиболее пригодны для очистки концентрированных (БПК до 1000 мг/л) производственных сточных вод при значительных колебаниях их расхода и концентрации загрязнений (рисунок 3.1).

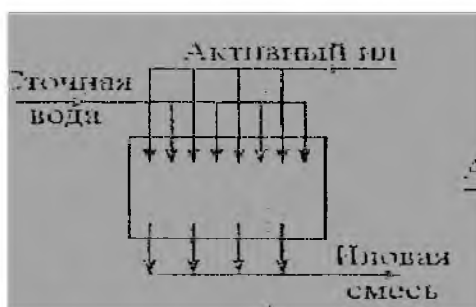


Рисунок 3.1 - Схема аэротенка-смесителя

Сточная вода и ил в аэротенках-смесителях подводится и отводится равномерно вдоль длинных сторон сооружения. Считается, что поступающая смесь очень быстро (в расчетах мгновенно) смешивается с содержимым всего аэротенка. Это позволяет равномерно распределять органические загрязнения и растворенный кислород и обеспечивать работу сооружения при постоянных условиях и высоких нагрузках. Ширина коридора аэротенка-смесителя составляет 3-9 м, число коридоров 2-4, длина до 150 м.

По сравнению с аэротенками-вытеснителям в аэротенках-смесителях высокая остаточная концентрация примесей в очищенной воде. Поэтому их целесообразно применять для очистки концентрированных сточных вод на первой ступени, а аэротенки-вытеснители - на второй ступени.

Аэротенки — смесители могут быть заблокированы со вторичными отстойниками и выполнены отдельно от них.

Очистка сточной воды в аэротенках осуществляется следующим образом. Вода после механической очистки смешивается с циркулирующим активным илом и, пройдя через аэротенк, поступает во вторичный отстойник. За это время основная масса органических загрязнений перерабатывается (окисляется) активным илом. Важнейшим конструктивным элементом каждого аэротенка является система аэрации, насыщающая обрабатываемую воду кислородом, поддерживающая активный ил во взвешенном состоянии и обеспечивающая постоянное перемешивание сточной воды с илом.

Аэротенки-отстойники могут применяться для всех видов сточных вод, поддающихся биохимической очистке в аэробных условиях. В настоящее время мировая практика очистки сточных вод располагает определенным опытом эксплуатации аэротенков-отстойников, что дает наглядное представление о возможности технологического процесса и позволяет установить эффективность некоторых технологических схем и сооружений (рисунок 3.2).

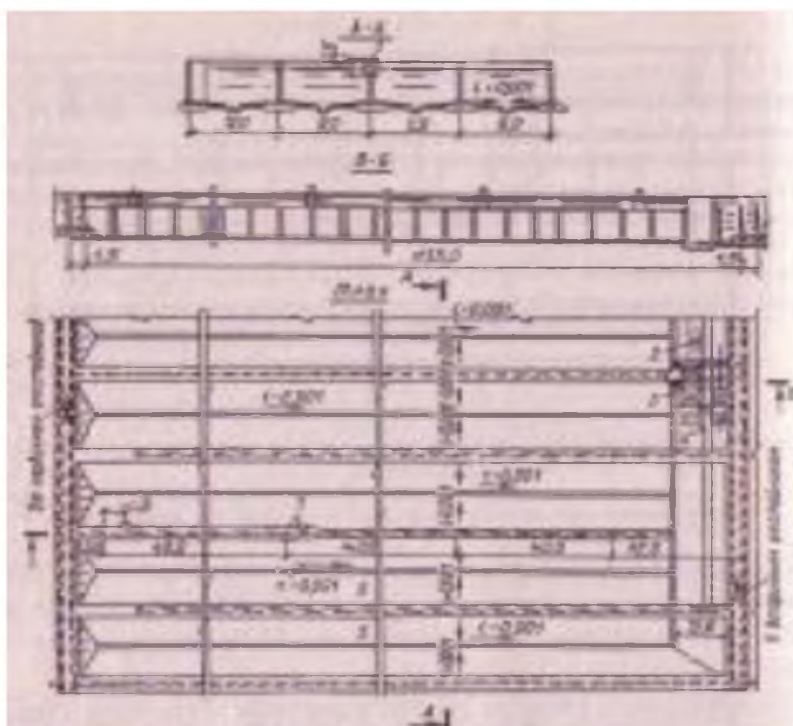


Рисунок 3.2 - Аэротенк-смеситель

1 - распределительный лоток; 2 - трубопровод опорожнения аэротенков и вторичных отстойников; 3 - камера задвижек опорожнения; 4 - лоток активного ила; 5 - регенераторы; 6 - коридоры аэротенка; 7 - щитовые затворы



Для конструктивной оценки различных аэротенков-отстойников, эти сооружения можно классифицировать следующим образом.

1. По типу системы аэрации. Аэротенки могут быть с пневматической, пневмомеханической механическими системами аэрации. Иногда для улучшения перемешивания на одном валу с пневмомеханическим аэратором устанавливается поверхностный или реже промежуточный аэратор. Кроме того, при анализе установок с пневматической или пневмомеханической системой аэрации необходимо различать низконапорные и высоконапорные (объёмные) воздухораспределительные системы, так как это в значительной степени влияет на конструкцию в целом.
2. По направлению движения сточной жидкости. Аэротенки подразделяются на установки с центрально расположенной отстойной зоной и периферической зоной аэрации (движение жидкости от периферии к центру) и на установки с центрально расположенной зоной аэрации и периферической зоной отстаивания (движение жидкости от центра к периферии). Кроме того, встречаются установки промежуточного типа, т.е. со смежным расположением зон аэрации и отстаивания.
3. По концентрации обрабатываемых сточных вод. Различаются установки для очистки концентрированных и слабоконцентрированных стоков. Указанное различие выражается отражением объёма зоны аэрации к объёму зоны отстаивания, которые тем больше, чем больше время аэрации. Т.е. чем концентрированнее сточные воды.
4. По характеру работы отстойной зоны. Аэротенки-отстойники могут быть с осветлением во взвешенном слое с обычным отстаиванием или с отстойником промежуточного типа. Необходимо также различать отстойные зоны, в которых концентрирование осадка в нижней части происходит естественно или производится механическим путем с помощью скребкового механизма. Как правило встречаются скребковые

механизмы используются в сооружениях, рассчитанных на значительный расход сточных вод (более  $15000\text{ м}^3/\text{сут}$ ).

5. По способу распределения сточных вод. Встречаются установки с рассредоточенной по длине сооружения подачей сточных вод в зону аэрации, а также с сосредоточенным (точечным) подводом стоков. Как правило, установки первого типа оборудуются пневматической системой аэрации, а установки второго типа – механической системой аэрации.
6. По форме в плане. Установки могут быть прямоугольные (квадратные или вытянутые в длину), круглые или более сложной формы.

В аэротенках-вытеснителях нагрузка загрязнений на ил и скорость их окисления изменяются от наибольших значений в начале сооружения до наименьших в его конце. Такие сооружения применяются в том случае, если обеспечивается достаточно легкая адаптация активного ила, при начальной  $\text{БПК}_{\text{полн}}$  не более  $500\text{ мг/л}$  (рисунок 3.3.).

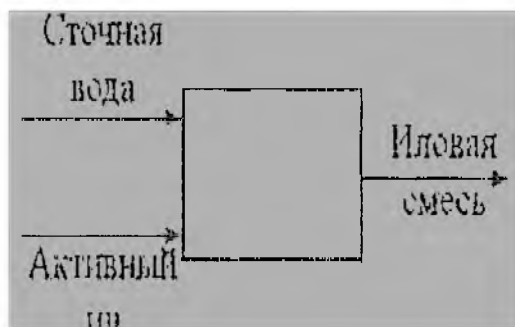


Рисунок 3.3 - Схема аэротенка-вытеснителя

Аэротенки-вытеснители – длинные коридорные сооружения, в которых вода и активный ил подаются в начало сооружения, а иловая смесь отводится в конце его. При этом практически не происходит перемешивание поступающей воды с ранее поступившей. Такие аэротенки состоят из нескольких коридоров и могут быть со встроенным регенератором и без него. Длина таких аэротенков достигает  $50\text{-}150\text{ м}$  и объем от  $1,5$  до  $30\text{ тыс. м}^3$ . В большой степени режиму вытеснения соответствуют конструкции аэротенков ячеистого типа. Они представляют собой прямоугольные в плане сооружения, разделенные на ряд отсеков поперечными перегородками. Смесь из первого отсека поступает во

второй (снизу), из второго в третий переливается через перегородку (сверху) и т.д. (рисунок 3.4).

Каждая секция представляет собой резервуар, разделенный перегородкой на коридоры, оборудованные устройствами для аэрирования иловой смеси, щитовыми затворами, системой трубопроводов для подачи сжатого воздуха, воды, активного ила и мостиками для обеспечения подходам к местам обслуживания. В каждой ячейке устанавливается режим полного смешения, а сумма ряда последовательно расположенных смесителей составляет практически идеальный вытеснитель. При этом предотвращается возвратное движение воды, отсутствует продольное перемешивание.

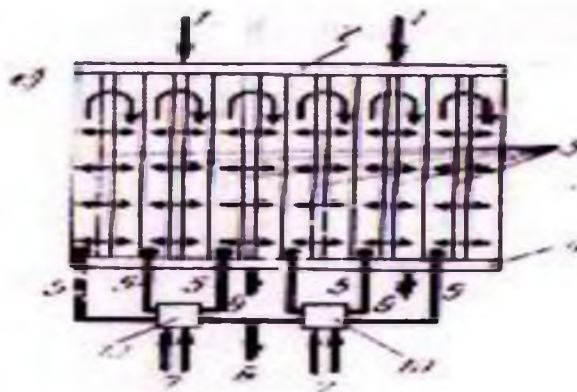


Рисунок 3.4 - Схема секционной компоновки шестикоридорного аэротенка

1- сточная вода после первичных отстойников; 2- канал сточной воды; 3- распределительный лоток; 4- канал иловой смеси; 5- циркулирующий активный ил; 6- избыточный активный ил; 7- активный ил из вторичных отстойников; 8- заглушка; 9- иловая смесь на вторичные отстойники; 10- камера распределения активного ила

Рассчитаем параметры необходимого аэротэнка.

$Q = 200 \text{ м}^3/\text{сут}$  – расход сточной воды;

$S_e = 15 \text{ мг/л}$  – требуемое БПК<sub>5</sub>;

$S_0 = 690 \text{ мг/л}$  – исходное БПК<sub>5</sub>;

$T_1 = 38,9^\circ\text{C}$  – температура поступающей воды зимой,  $^\circ\text{C}$ ;

$T_a = -10,6^\circ\text{C}$  – экстремальная температура зимой,  $^\circ\text{C}$ ;

1542 – количество тепла, калл, получаемое с 1 кВт в 1 ч на  $1^\circ$  изменения температуры, калл/(кВт·ч· $^\circ\text{C}$ );

$K=13,11 \text{ сут}^{-1}$  – экспериментальные значения скорости снижения БПК<sub>5</sub>,

сут<sup>-1</sup>;

$\theta = 1,03$  – константа, для коррекции скорости реакции;

3000 – доза ила по бензольному веществу, мг/л.

Далее рассчитаем объема аэротенка. Подсчитываем количество БПК<sub>5</sub> снимаемое за 1 сутки (3.1):

$$S_r = (S_0 - S_e) * Q, \quad (3.1)$$

где  $S_r$  – количество БПК<sub>5</sub> снимаемое за 1 сутки, кг/сут.;

$S_0$  – БПК<sub>5</sub>, мг/л;

$S_e$  – БПК<sub>5</sub> требуемая, мг/л;

$Q$  – расход сточной воды, м<sup>3</sup>/сут.

$$S_r = (90 - 15) * 200 = 96 \text{ кг/сут.}$$

Требуемая мощность аэраторов  $h_p$  определяется из условия, что 0.736 кВт/сут обеспечивает снижение БПК<sub>5</sub> на 20.4 кг. Таким образом, требуемая мощность  $h_p$  составит:

$$h_p = (96 : 20,4) * 0,736 = 3,4 \text{ кВт.}$$

Вычисляем температуру в аэротенке  $T_w$  для зимнего периода, исходя из уравнения (3.2):

$$(T_i - T_w) * Q = (T_w - T_a) * 1542 * h_p, \quad (3.2)$$

где  $T_i$  – температура поступающей воды зимой, °С;

$T_a$  – экстремальная температура зимой, °С;

1542 – количество тепла, калл, получаемое с 1 кВт в 1 ч на 1° изменения температуры, калл/(кВт·ч·°С).

$$(38,9 - T_w) * 8326,8 = (T_w - 10,6) * 1542 * 3.4$$

$$T_w = 28 \text{ °С}$$

Корректируем скорость снижения БПК<sub>5</sub> (3.3):

$$K_T = K * \theta^{(T-T_0)}, \quad (3.3)$$

где  $K_T$  – скорость снижения БПК<sub>5</sub>, сут<sup>-1</sup>;

$K$  – экспериментальные значения скорости снижения БПК<sub>5</sub>, сут<sup>-1</sup>;

$\theta = 1,03$  – константа, для коррекции скорости реакции.

$$K_T = 13,11 * 1,03^{(28-20)} = 16,6 \text{ сут}^{-1}.$$

Следовательно, длительность аэрации (3.4):

$$t = \frac{S_0 (S_0 - S_e)}{K_T * 3000 * S_e} \quad (3.4)$$

где 3000 – доза ила по бензольному веществу, мг/л;

$$t = \frac{690 (690 - 15)}{15,65 * 3000 * 15} = 0,66 \text{ сут.} = 15,8 \text{ ч.}$$

Длительность аэрации проверяют по допустимой нагрузке на ил, которая обеспечивает получение хорошо осаждаемого ила (3.5):

$$t = \frac{S_0 * 24}{X_V * 0,6} \quad (3.5)$$

$$t = \frac{690 * 24}{3000 * 0,6} = 9,2 \text{ ч.}$$

Из условия допустимой нагрузки длительность аэрации оказалась меньше, чем ранее полученный результат. Окончательно принимаем большее значение из двух, 15,8 ч. Проверяем нагрузку на ил при принятой величине  $t$ :

$$\frac{690 * 24}{3000 * 15,8} = 0,35 \text{ кг БПК}_5 / (\text{кг} * \text{сут}).$$

Требуемый объем аэротенка  $V$  будет равен (3.6):

$$V = Q * t \quad (3.6)$$

$$V=200*0,66=132 \text{ м}^3.$$

Результаты расчетов параметров предлагаемого аэротенка представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Расчет параметров предлагаемого аэротенка

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Расход сточной воды	200 м <sup>3</sup> /сут.
2	Количество БПК <sub>5</sub> снимаемое за 1 сутки	96 кг/сут.
3	Требуемая мощность аэраторов	3,4 кВт
4	Температура воды в аэротенке	28 °С
5	Скорость снижения БПК <sub>5</sub>	16,6 сут <sup>-1</sup>
6	Длительность аэрации	15,8 часа
7	Нагрузка на ил при рассчитанной длительности аэрации	0,35 кг БПК <sub>5</sub> /(кг * сут)
8	Требуемый объем аэротенка	132 м <sup>3</sup>

### 3.2 Расчет эколого-экономического эффекта от предложенных мероприятий

Режим работы на очистных сооружениях четырехсменный по 12 часов. Персонал смены подчиняется начальнику смены, при его отсутствии (в вечерние смены и выходные) – старшему оператору. Эксплуатационный штат определен в соответствии с действующими отраслевыми нормативами численности, исходя из следующих данных и условий:

- условий труда работающих;
- непрерывного режима работы производства;
- организационной структуры управления производством;
- нормированной подмены на праздничные и выходные дни, отпуска, дни болезни.

На стадии биологической очистки работает 4 человека в 4 смены по 2 человека. План-график работы операторов очистных сооружений представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – План-график дежурств работников очистных сооружений

№	Пн.	Вт.	Ср.	Чт.	Пт.	Сб.	Вс.
1	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-
2	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-
3	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>
4	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>
5	-	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>
6	-	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>
7	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-	-
8	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-	-	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> -8 <sup>00</sup>	-	-

Текущсть на предприятии в целом не высокая - в среднем в год 1,8%.

Рассмотрим стадию биологической очистки сточных вод. Для обеспечения процесса очистки сточных вод от органических соединений необходима подача кислорода на стадию биологической очистки. Аэрация иловой смеси обеспечивается путём нагнетания воздуха в аэротенк через систему трубопроводов – «Экотон», посредством нагнетателей типа Н-750-23-6 из воздухоподводящей станции.

Проектом предусмотрено, работа на одном или на двух воздухоподводящих агрегатах (в зависимости от требуемого расхода воздуха в аэротенках). Третий агрегат используется в качестве технологического резерва. Сведения о текущих затратах на охрану окружающей природной среды представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Текущие затраты и затраты на капитальный ремонт

Код строки	Наименование затрат	Затраты за год, тыс.руб.
010	Текущие затраты на охрану окружающей природной среды – всего (020+030+040+050)	298766,3
014	Из них: амортизационные отчисления на восстановление основных фондов по охране окружающей природной среды	не считается
020	Из строки 010: по охране и рациональному использованию водных ресурсов	298433,2
021	В том числе выплачено другим предприятиям (организациям) за прием и очистку сточных вод	-
030	Из строки 010: по охране атмосферного воздуха	114,8
040	Из строки 010: по охране окружающей среды (земельных ресурсов) от отходов производства и потребления	129,3
041	В том числе выплачено другим предприятиям (организациям) за прием, хранение и уничтожение отходов	129,3
050	Из строки 010: по рекультивации земель	-
060	Затраты на капитальный ремонт основных производственных фондов по охране окружающей среды	5100,6

Продолжение таблицы 3.3

061	В том числе: сооружений и установок для очистки сточных вод рационального использования водных ресурсов	5100,6
062	Сооружений, установок и оборудования для улавливания и обезвреживания вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух	-
063	Сооружений, установок и оборудования для размещения и обезвреживания отходов	-
070	Среднегодовая стоимость основных производственных фондов по охране окружающей природной среды	Нет на балансе
071	В том числе: по охране и рациональному использованию водных ресурсов	-
072	По охране атмосферного воздуха	-
074	По охране окружающей среды от отходов производства и потребления	-

Сведения об экологических платежах за природные ресурсы представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Экологические платежи и плата за природные ресурсы

№ строки	Наименование	Затраты за год, тыс.руб.
080	Плата за допустимые выбросы (сбросы) загрязняющих веществ (размещение отходов) - всего	734,26
081	В том числе: в водные объекты	620,35
082	В атмосферный воздух	27,65
083	За размещение отходов	86,26
084	В подземные горизонты	-
090	Плата за сверхнормативные выбросы (сбросы) загрязняющих веществ (размещение отходов)	3877,60
091	В том числе: в водные объекты	3877,60
092	В атмосферный воздух	-
093	За размещение отходов	-
094	В подземные горизонты	-
100	Плата за допустимые и сверхнормативные выбросы (сбросы) загрязняющих веществ (размещение отходов)	4611,80
110	Средства (иски) и штрафы, взысканные в возмещение ущерба, причиненного нарушением природоохранного законодательства	30,00
120	Плата за природные ресурсы - всего	-
121	В том числе: за водные ресурсы	-
122	За лесные ресурсы	-
123	За недра	-
124	За землю	-
130	Средства, фактически использованные на предприятии на выполнение природоохранных мероприятий и зачисленные в счёт погашения платежей за загрязнения окружающей среды	-
140	Расчетный (базовый) размер платежей предприятия за загрязнение окружающей среды	4800



Рассчитаем плату за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы (ПДС). Исходя из расчетов видно, что размер платы после инженерных мероприятий составляет 57762,86714 рублей. Следовательно, плата сократится на  $105901,4169 - 57762,86714 = 48138,55$  рублей.

Предотвращенный экологический ущерб составит:  $468976,6692 - 261404,3952 = 207572,27$  рублей.

Общая экономическая эффективность рассматривается как отношение объема полного экономического эффекта к сумме вызвавших этот эффект совокупных затрат и рассчитывается по формуле (3.7):

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \frac{\mathcal{E}}{C + E_H \cdot K}, \quad (3.7)$$

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

$\mathcal{E}$  – полный годовой эффект;

$C$  — эксплуатационные затраты по природоохранному мероприятию, руб.; 65700 руб.

$K$  – капитальные вложения, определившие эффект, 1200000 руб.

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

Экономический эффект  $\mathcal{E}$  представляет собой сумму предотвращенного экологического ущерба и дополнительного дохода от производственной деятельности предприятия в условиях хорошей экологической обстановки (3.8):

$$\mathcal{E} = Y_B + Д, \quad (3.8)$$

где  $Y_B$  – величина годового предотвращенного экологического ущерба от загрязнения окружающей среды,  $Y_B = 207572,27$  руб./год;

$Д$  – годовой прирост дохода.

Годовой прирост дохода (3.9):

$$Д = P_1 - P_2 \quad (3.9)$$

где  $P_1$  – плата за сброс загрязняющих веществ в водные объекты до мероприятия;

$P_2$  – плата за сброс загрязняющих веществ в водные объекты после мероприятия.

Срок окупаемости инвестиционных затрат определяют по формуле (3.10):

$$T = (K - C) / Э \quad (3.10)$$

Общая экономическая эффективность определяется по формуле (3.7):

$$Э = \frac{255710,82}{65700 + 0,15 \cdot 1200000} = 1,05$$

По формуле (3.9) годовой прирост дохода равен:

$$Д = 105901,4169 - 57762,86714 = 48138,55 \text{ рублей/год}$$

По формуле (3.8) экономический эффект равен:

$$Э = 207572,27 + 48138,55 = 255710,82 \text{ руб./год.}$$

Срок окупаемости инвестиционных затрат находим по формуле (3.10):

$$T = (1200000 - 65700) / 255710,82 = 4,4 \text{ года.}$$

Сведем результаты проведенных расчетов в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Расчет эколого-экономического эффекта от предложенного мероприятия

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Годовой прирост дохода	48138,55 рублей
2	Предотвращенный экологический ущерб	207572,27 рублей
3	Эксплуатационные затраты по природоохранному мероприятию	65700 рублей
4	Общий экономический эффект	255710,82 рублей/год
5	Общая экономическая эффективность	1,05
6	Срок окупаемости	4,4 года

Таким образом, расчеты показали, что применение данного инженерного решения экономически целесообразно.

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрены экологические проблемы эксплуатации нефтеперерабатывающих предприятий. Выявлены основные источники загрязнения окружающей среды на нефтеперерабатывающих предприятиях. Определено воздействие нефтеперерабатывающих предприятий на водную среду.

В рамках данного исследования была рассмотрена работа ООО «Афипский НПЗ». На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. ООО «Афипский НПЗ» является предприятием топливного профиля с глубиной переработки 61,08 %. Сырьё предприятия – малосернистые краснодарские и западносибирские нефти с содержанием серы до 0,6 %, поступающие на предприятие по трубопроводам. ООО «Афипский НПЗ» вырабатывает широкий ассортимент товарной продукции, бензин прямой гонки, бензин «Экстра», топливо реактивное, дизельное, моторное, печное, мазут, битумы дорожные и строительные.

2. Анализ технико-экономических показателей деятельности предприятия за 2017-2019 гг. показал, что ООО «Афипский НПЗ» за указанный период наращивает объемы производства. Это, в свою очередь, ведет к увеличению ресурсопотребления и негативного воздействия на окружающую среду.

3. ООО «Афипский НПЗ» является источником негативного воздействия на атмосферу, гидросферу и почву. На ООО «Афипский НПЗ» имеются хозяйственно - бытовые и производственные сточные воды. Хозбытовые сточные воды образуются в количестве 40 тыс.м<sup>3</sup> в течение года, т.е. в сутки 157,7 м<sup>3</sup>. Образовавшиеся от основного производства (85642,2 тыс.м<sup>3</sup> в течение года) и вспомогательного производства (217,7 тыс.м<sup>3</sup> в течение года) производственные сточные воды поступают на комплекс очистных сооружений, а затем по микрофлотаторам в пруды доочистки №1-5.

4. В настоящее время качество очищаемых стоков на очистных сооружениях ООО «Афипский НПЗ» не отвечает требованиям, предъявляемым к ним на сбросе в поверхностный водоём, поэтому избыточное количество очищенных стоков после БХО в объёме 14 тыс. м<sup>3</sup>/сутки направляется на доочистку на биологические очистные сооружения (БОС) перед сбросом в р. Афипс. Направление стоков на БОС обусловлено недостаточной степенью очистки и прежде всего по содержанию нефтепродуктов, взвешенных веществ и БПК<sub>полн</sub>.

Таким образом, для улучшения экологической обстановки в районе расположения предприятия необходимо внедрять природоохранное мероприятие, которое позволит снизить концентрацию ЗВ до нормируемых показателей.

Для обеспечения процесса очистки сточных вод от органических соединений необходима подача кислорода на стадию биологической очистки. Аэрация иловой смеси обеспечивается путём нагнетания воздуха в аэротенк через систему трубопроводов – «Экотон», посредством нагнетателей типа Н-750-23-6 из воздуходувной станции.

Проектом предусмотрено, работа на одном или на двух воздуходувных агрегатах (в зависимости от требуемого расхода воздуха в аэротенках). Третий агрегат используется в качестве технологического резерва.

Как показали расчеты, предлагаемое мероприятие несет положительный эколого-экономический эффект. Данное технологическое решение позволит повысить качество очищаемых стоков, в основном по такому показателю, как БПК<sub>полн</sub>, снизить расход воздуха на аэрацию активного ила, а также приведёт к экономии электроэнергии.

Расчеты показали, что общий экономический эффект от внедрения мероприятия составит 255710,82 рублей / год. При этом экономическая эффективность проекта составит 1,05, а срок окупаемости проекта составит 4,4 года.

## Список использованной литературы

1. Андросова, Н.К. Экология. Основы геоэкологии: учеб. для бакалавров / А.Г. Милютин, Н.К. Андросова, И.С. Калинин. - М.: Юрайт, 2016. - 542 с.
2. Брюхань, Ф.Ф. Промышленная экология: учеб. / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. - М.: Форум, 2016. - 400 с.
3. Ветошкин, А.Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи: учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. - СПб.: Лань, 2017. - 512 с.
4. Волкова, П.А. Основы общей экологии: учеб. пособие / П.А. Волкова. - М.: Форум, 2017. - 228 с.
5. Голицын, А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды: учеб. / А.Н. Голицын. - М.: Оникс, 2017. - 336 с.
6. Горелин, Д.О., Конопелько Л.А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. – М.: Изд-во стандартов, 2016. – 432 с.
7. Зайцев, В.А. Промышленная экология: учеб. пособие / В.А. Зайцев. - М.: Бином. ЛЗ, 2016. - 382 с.
8. Игнатов В.Г. Экология и экономика природопользования /В.Г.Игнатов, А.В.Кокин. – Ростов н/Д: Изд. Феникс, 2016. – 512с.
9. Какарека, Э.В. Промышленная экология: учеб. пособие / М.Г. Ясовеев, Э.В. Какарека, Н.С. Шевцова, О.В. Шершнев; Под ред. М.Г. Ясовеев. - М.: НИЦ Инфра-М, Нов. знание, 2017. - 292 с.
10. Ксенофонтов, Б.С. Промышленная экология: учеб. пособие / Б.С. Ксенофонтов, Г.П. Павлихин, Е.Н. Симакова. - М.: ИД Форум, НИЦ Инфра-М, 2017. - 208 с.
11. Ларионов, Н.М. Промышленная экология: учеб. для академического бакалавриата / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 495 с.
12. Лосев, К.С, Горшков В.Г., Кондратьев К.С. и др. Проблемы экологии России. - М.: ВИНТИ, 2016. – 350 с.

13. Мазур, И.И. Инженерная экология. Общий курс: В 2 т. – Т. 2. Справочное пособие / И.И. Мазур, О.И. Молдаванов, В.Н. Шишов. – М.: Высш. шк., 2015. – 655 с.
14. Мамин Р.Г. Безопасность природопользования и экология здоровья: учеб. пособие / Р.Г. Мамин. – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2018. – 238с.
15. Медведев, В.Т. Охрана труда и промышленная экология / В.Т. Медведев. - М.: Academia, 2017. - 304 с.
16. Общая экология: учеб. для вузов /Автор-составитель А.С. Степановских. – М.: Юнити-Дана, 2017. – 510 с.
17. Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении / Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская. – М.: Высш. шк., 2016. – 334 с.
18. Тимофеева, С.С. Промышленная экология. Практикум: учеб. пособие / С.С. Тимофеева, О.В. Тюкалова. - М.: Форум, 2017. - 384 с.
19. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, Л.А. Никольская. – М.: Владос, 2018. – 280 с.
20. Фомичева, Е.В. Экономика природопользования: учеб. пособие. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2017. – 208 с.
21. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Ю.Л. Хотунцев. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. – 480 с.
22. Шилов, А.Н. Экология / А.Н. Шилов. – М: Наука, 2016. – 450 с.
23. Экология и экономика природопользования: учеб. / Под ред. Э.В. Гирусова, В.Н. Лопатина. – М.: Изд. ЮНИТИ, 2016. – 519с.
24. Эколого-экономический анализ промышленных предприятий: учеб. пособие /О.Б. Бутусов. – М.: Воскресенье: Рыбинский дом печати, 2019. – 328 с.
25. Ясовеев, М.Г. Промышленная экология: учеб. пособие / М.Г. Ясовеев, Э.В. Какарека, Н.С. Шевцова. - М.: Инфра-М, 2015. - 316 с.