

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

Каримов Александр Русланович

Разработка рекомендаций по очистке производственных сточных вод УКПНиГ “Болашак”

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

6В05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

Каримов Александр Русланович

Разработка рекомендаций по очистке производственных сточных вод УКПНиГ “Болашак”

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

6В05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
«Химические процессы и
промышленная экология»

К.т.н., доцент

Куб Кубекова Ш. Н.

«7» 06 2024 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

На тему: «Разработка рекомендаций по очистке производственных сточных вод УКПНИГ
“Болашак”»

6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

Выполнил

Каримов А. Р. Кар

Рецензент

Кандидат технических
наук, старший
преподаватель Казахский
национальный университет
им. Аль-Фараби

Тус Тусупова Б. Х.
«03» 06 2024 г.

Научный руководитель
Кандидат технических
наук, ассоц. профессор
«Химические процессы и
промышленная экология»

Нур Нурмакова С. М.
«03» 06 2024 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»



ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся: Каримов Александр Русланович

Тема: «Разработка рекомендаций по очистке производственных сточных вод УКПНиГ
«Болашак»»

Утверждена приказом Ректора Университета №54 от «04» 10 2023г.

Срок сдачи законченной работы «07» 06 2024г.

Исходные данные к дипломному проекту получены из исследований теоретического
и расчетного характеров

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- Проведение анализа данных мониторинга программы экологического контроля за
ближайшие три года;
- Разработка рекомендации с использованием технологии по снижению концентрации
метанола в производственной сточной воде УКПНиГ «Болашак» до допустимых
значений;
- Расчет технико-экономического сопровождения предлагаемой технологии.

Перечень графического материала: в проекте представлено 8 рисунков, 18
таблиц.

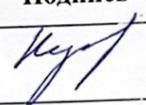
представлены слайдов презентации проекта 17

Рекомендуемая основная литература: из 25 наименований.

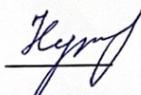
ГРАФИК
подготовки дипломной проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Литературный обзор	12.01.2024	выполнено
Анализ данных мониторинга программы экологического контроля за ближайшие три года	10.02.2024	выполнено
Описание предлагаемой технологии очистки производственных сточных вод от метанола	27.03.2024	выполнено
Расчет технико-экономического сопровождения предлагаемой технологии	04.05.2024	выполнено
Заключение	03.06.2024	выполнено

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Нурмакова С.М.	04.06.2024	

Научный руководитель



Нурмакова С.М.

Задание принял к исполнению обучающийся



Каримов А.Р.

Дата

«04» 12 2023 г

АҢДАТПА

Диплом жобасында 63 бет, 8 сурет, 18 кесте, 25 дереккөз бар.

Аталған дипломдық жобада су объектілерінің суындағы ластаушы заттардың шекті рұқсат етілген шоғырлануынан асатын «Болашақ» МГКДҚ ағынды өндірістік суларындағы метанолдың нақты шоғырлануын азайту технологиясы ұсынылады. Технология метанолды көмірқышқыл газы мен суға дейін толық каталикалық тотықтандыру әдісіне негізделген. Әдіспен тазалау тиімділігі 99,9% -ға дейін жетеді.

Дипломдық жобада тазартудың ұсынылған әдісі, толық каталикалық тотығу реакторы және технологиялық схема сипатталады. Реакция жүргізу үшін талап етілетін тотықтырғыш мөлшері және стехиометрияға сәйкес реакция өнімдерінің мөлшері есептелген. Кәсіпорында ағынды суларды тазартудың қосымша сатысын орнату үшін техникалық-экономикалық есеп жүргізілді.

Ұсынылып отырған технология «Болашақ» МГКДҚ ағынды өндірістік суларды тазартудың қазіргі жүйесін қайта жаңарту немесе жаңғырту кезінде қолданылуы мүмкін.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 63 страницы, 8 рисунков, 18 таблиц, 25 источников.

В данном дипломном проекте предлагается технология по уменьшению фактической концентрации метанола в сточных производственных водах УКПНиГ «Болашак», превышающая предельно-допустимую концентрацию загрязняющих веществ в воде водных объектов. Технология основана на методе полного каталитического окисления метанола до углекислого газа и воды. Эффективность очистки методом достигает до 99,9%.

В дипломном проекте описывается предлагаемый метод очистки, реактор полного каталитического окисления и технологическая схема. Рассчитано количество требуемого окислителя для проведения реакции и количество продуктов реакции согласно стехиометрии. Проведен технико-экономический расчет для установки дополнительной стадии очистки для сточных вод на предприятии.

Предлагаемая технология может быть применена при реконструкции или модернизации нынешней системы очистки сточных производственных вод УКПНиГ «Болашак».

ANNOTATION

The diploma project contains 63 pages, 8 drawings, 18 tables, 25 sources.

This diploma project proposes a technology to reduce the actual concentration of methanol in the wastewater of the Bolashak OPF, which exceeds the maximum permissible concentration of pollutants in the water of water bodies. The technology is based on the method of complete catalytic oxidation of methanol to carbon dioxide and water. The purification efficiency by the method reaches up to 99.9%.

The diploma project describes the proposed purification method, the reactor of complete catalytic oxidation and the technological scheme. The amount of oxidant required for the reaction and the amount of reaction products were calculated according to stoichiometry. A technical and economic calculation has been carried out for the installation of an additional stage of treatment for wastewater at the enterprise.

The proposed technology can be used in the reconstruction or modernization of the current industrial wastewater treatment system of the Bolashak OPF.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1 Литературный обзор	12
1.1 Метанол и его влияние на окружающую среду	12
1.2 Причины наличия метанола в сточных производственных водах установок КПиНиГ	14
1.3 Контроль загрязнения окружающей среды метанолом	14
1.4 Методы утилизации и очистки производственной сточной воды от метанола	15
2 Общие сведения об объекте исследования УКПиНиГ «Болашак»	18
2.1 Водоотведение на промышленном объекте	22
2.2 Описание процессов по очистки производственных сточных вод	24
2.3 Характеристика приемника сточных вод	36
2.4 Анализ мониторинга сточных вод, перед сбросом в накопительные секции ПРЖТО и определение проблемной ситуации по водоотведению	40
3 Описание предлагаемой технологии очистки производственных сточных вод от метанола методом каталитического окисления	43
3.1 Описание предлагаемого каталитического реактора с псевдоожиженным слоем катализатора	44
3.2 Схема процесса очистки производственной сточной воды от метанола методом каталитического окисления	47
3.3 Расчет требуемого количества окислителя и продукта в виде углекислого газа и воды	48
4 Технико-экономический расчет установки очистки сточных производственных вод от метанола методом каталитического окисления	55
4.1 Расчет капитальных вложений и амортизация основных фондов	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А	62

ВВЕДЕНИЕ

После добычи нефти и газа на месторождении для последующей транспортировки и переработки сырья в готовый продукт, углеводороды проходят стадию подготовки. Этот процесс происходит на установках комплексной подготовки нефти и газа. На стадии подготовки сырья при вариативных процессах образуются производственные сточные вод с различными химическими компонентами, являющимися загрязняющими веществами для окружающей среды.

Актуальность темы: согласно статье 72, пункта 6 Водного кодекса Республики Казахстан, водопользователь обязуется осуществлять водоохранные мероприятия, в том числе очистку производственных сточных вод перед их сбросом в водные объекты. Существующая система очистки производственных сточных вод на промышленном предприятии Установка Комплексной Подготовка Нефти и Газа «Болашак» компании-оператора «North Caspian Operating Company» (NCOC), выполняет очистку сточных вод после технологии подготовки сырья от пяти загрязняющих веществ: взвешенные вещества, железо общее, нефтепродукты, сероводород и метанол. Исходя из проекта «Нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ, поступающих в накопительные секции ПРЖТО с очищенными производственными сточными водами УКПНиГ «Болашак» на 2024 год» выполнены рекомендации по очистке производственной сточной воды от содержащейся в ней метанола, в связи с превышением фактической концентрации загрязняющего вещества в очищенной сточной воде к предельно-допустимой концентрации в соответствии с ЗРК.

В дипломном проекте предложен метод снижения концентрации метанола в производственной сточной воде до допустимых значений, с применением технологии глубокого каталитического окисления метанола до диоксида углерода и воды.

Цель проекта: разработка рекомендаций по очистке производственных вод УКПНиГ «Болашак» компании-оператора «North Caspian Operating Company» (NCOC) для снижения фактической концентрации загрязняющих веществ в очищенных сточных водах перед сбросом в искусственные пруды накопителя (ПРЖТО).

Задачи проекта:

- 1) Проанализировать существующие методы очистки производственных сточных вод от метанола;
- 2) Изучить существующую технологию очистки производственных сточных вод УКПНиГ «Болашак»;
- 3) Проанализировать данные мониторинга программы экологического контроля за ближайшие три года;
- 4) Разработать рекомендации с использованием технологии по снижению концентрации метанола в производственной сточной воде УКПНиГ «Болашак» до допустимых значений;

5) Рассчитать технико-экономическое сопровождение предлагаемой технологии.

Объект исследования: Установка Комплексной Подготовки Нефти и Газа «Болашак» компании-оператора «North Caspian Operating Company» (NCOC).

Предмет исследования: Отчистка сточной воды с повышенным содержанием метанола в ней.

Практическое значение: разработанная рекомендация может быть применена при реконструкции или модернизации нынешней системы очистки сточных производственных вод УКПНиГ «Болашак».

1 Литературный обзор

1.1 Метанол и его влияние на окружающую среду

Метанол – это одноатомный спирт. Химическая формула: CH_3OH . Метиловый спирт – органическое вещество, бесцветная жидкость со спиртовым запахом. Он горит синеватым пламенем. Он очень легко воспламеняется. Метанол используется для растворения других химических веществ и легко смешивается с водой и многими органическими жидкостями. Метанол в воде, не формирует азеотропных смесей. Метанол естественным образом встречается в организме человека, животных и растениях. Это нормальный побочный продукт метаболизма организма, который содержится в выдыхаемом воздухе, моче, крови и слюне в минимальных количествах. [3,4]

Свойства и токсичность метанола хорошо изучены. Согласно обширной литературе, рассмотренной для данного исследования, метанол не является ни мутагенным, ни канцерогенным веществом. Воздействие метанола на человека может происходить при вдыхании, приеме внутрь или при контакте с кожей. Вдыхание паров метанола может вызвать раздражение слизистых оболочек, головокружение, тошноту, головные боли и ухудшение зрения при воздействии высоких концентраций. Хотя вдыхание является наиболее распространенным способом воздействия на организм, прием внутрь представляет собой наиболее серьезную острую опасность для здоровья из-за гораздо большего объема метанола, который может быть проглочен, по сравнению с объемом, который можно вдыхать. Эффекты при проглатывании следуют той же схеме, что и при вдыхании. Что касается контакта с кожей, метанол легко впитывается в слой кожи при повторном воздействии, вызывая экзему, покраснение и шелушение. Однако текущие данные показывают, что острое токсическое воздействие метанола на людей и некоторых животных происходит только при высоких дозах (> 10 мг/л). [5]

Метанол может попадать в окружающую среду из естественных источников. Спирт выделяется в атмосферу при вулканических извержениях, при процессах жизнедеятельности растений, животных и микроорганизмов, при разложении органических веществ. Попадание карбинола под действием антропогенных факторов происходит через испарение, при сбросе загрязняющего вещества в составе производственных сточных вод, при транспортировке или во время аварийных ситуаций. Метиловый спирт является биоразлагаемым органическим веществом, так как хорошо разлагается благодаря фотоокислительным и биологическим процессам. Он подвержен быстрому разрушению как в присутствии кислорода, так и без него в различных средах. Метанол является питательным веществом для большинства бактерий, которые способны разлагать спирт на углекислый газ и воду, используя его как источник углерода и энергии. Метанол намного меньше токсичен для водных и наземных организмов, чем для человека, обычно он не оказывает серьезного воздействия на окружающую среду. [6,7]

Однако при антропогенном воздействии попадание метилового спирта в окружающую среду избежать невозможно. Согласно доступным наблюдениям, аварийные выбросы и сбросы метанола во время его производства, транспортировки, использования и хранения данного вещества практически невозможно предотвратить. Например, в Российской Федерации, в Тульской области было зафиксировано значительное загрязнение атмосферы метанолом, превышающее гигиенические нормативы в 40 раз, а в Вологодской области в одном из водных объектов бассейна реки Северная Двина выявлено высокое содержание метанола, превышающее гигиенические нормативы в 10 раз. В первом случае загрязнение воздуха метанолом связано с его выбросом на заводе-изготовителе, то во втором - с попаданием сточных вод, содержащих метанол. В Свердловской области произошел разлив метанола из железнодорожной цистерны на поверхность грунта. [8,9]

Если произойдет аварийный разлив значительного объема метилового спирта в водный объект, то эта аварийная ситуация непосредственно повлияет на конкретную зону, где произошел контакт с загрязняющим веществом, под влиянием окажется экосистема в области разлива метанола. Однако, спирт полностью растворяется в водной среде, сработает эффект разбавления в больших объемах воды и под воздействием приливов, волн и ветра, он потеряет свою токсичность. Согласно расчетам, если в море попадет 10 000 тонн метанола, то в течение первого часа его концентрация в воде составит всего 0,36%, а затем существенно снизится. При попадании метилового спирта в водную среду, он разложится под действием микроорганизмов в течение одних суток. Поэтому после разлива, водоем и близлежащие территории не нуждаются в дополнительной очистке. Также возможен разлив данного вещества на суше, при транспортировке грузовиками и железнодорожным путем или при подземном хранении. В данной ситуации, все зависит от количества попавшего вещества в почвенный покров земли. Однако метанол также будет подвержен смешиванию с водой и действием микроорганизмов, находящихся в почве, поэтому данная аварийная ситуация не повлечет за собой больших экологических рисков. [10]

По своим химическим и физическим свойствам метанол обычно не является серьезной угрозой для экологии, поэтому случайная эмиссия в виде метанола обычно причиняет значительно меньший ущерб окружающей среде по сравнению с аналогичным выбросом сырой нефти или бензина. Тем не менее, несмотря на быстрое разложение метанола и его полное растворение в воде, большое количество этого вещества все равно может оказать негативное воздействие на окружающую среду и человека. Поэтому для снижения потенциального воздействия метанола на окружающую среду необходимо использовать технологии очистки выбросов и сбросов, а также соблюдать экологические стандарты и правила хранения. Внимательное использование и транспортировка метанола также играют важную роль в этом процессе. [11]

1.2 Причины наличия метанола в сточных производственных водах установок КПНиГ

Метанол используется в газовой и нефтяной промышленности в качестве ингибитора кристаллических гидратов при транспортировке нефти и газа с высоким содержанием сероводорода. Сероводород при определенных условиях давления и температуры вместе с водой образует соли, способствующие коррозии и затрудняющие транспортировку сырья. Метиловый спирт ингибирует образование гидратов, изменяя равновесные условия и снижая активность воды в растворе. Ингибитор вводится в скважины на нефтегазовых месторождениях, где он не только разрушает гидраты на дне скважины, но и улучшает фильтрационные характеристики скважинной зоны. Высокая адсорбционная способность метанола используется для удаления воды после гидростатических испытаний газопроводов и очистки природного газа от углекислого газа, сероводорода и других серосодержащих соединений при низких температурах. [12,13]

Метанол попадает в сточные воды производственных установок КПНиГ вследствие его использования как антикоррозионного средства. Метиловый спирт, легко смешиваясь с водой, проходящей по трубопроводам из месторождений, при обезвоживании нефти удаляется в виде водной смеси с другими компонентами и газами.

1.3 Контроль загрязнения окружающей среды метанолом

Контроль влияния метанола на окружающую среду и человека осуществляется на основе принятых гигиенических нормативов Республики Казахстан. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения и мест культурно-бытового водопользования приняты для контроля сбрасываемых сточных вод в окружающую среду. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских населенных приняты для контроля выбросов. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны приняты для контроля влияния метанола на человека в производственных условиях.

Под ПДК рабочей зоны подразумевается, такая концентрация вещества которая не приведет к проблем со здоровьем на протяжении всего рабочего стажа, под ПДК вещества максимальная разовая – концентрация в воздухе населенных пунктов, которая при вдыхании в течение 30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека; ПДК вещества среднесуточная – концентрация в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека негативного воздействия при неопределенно долгом вдыхании; ПДК вещества в воде водоема – концентрация, которая не должна оказывать негативного влияния на организм человека и не должна ухудшать

гигиенические условия водопользования. Предельно-допустимые концентрации метанола описаны в таблице 1.

Таблица 1.1 – Гигиенические нормативы метанола

ПДК	Значение
В воздухе рабочей зоны	5 мг/м ³
Максимальная разовая в воздухе населенных мест	1 мг/м ³
Среднесуточная в воздухе населенных мест	0,5 мг/м ³
В воде водных объектов	3 мг/л
На коже рук*	0,02 мг/см ²

Определение метанола в биологических средах человека наиболее актуально, чем определение концентрации вещества в воздухе или воде, так как при вдыхании метанола есть очень много рисков для здоровья организма человека. Одним из более значимых путей попадания метилового спирта в организм человека, является ингаляционный. [14,15,16]

1.4 Методы утилизации и очистки производственной сточной воды от метанола

Сточные производственные воды, образуемые на предприятиях нефтегазовой промышленности, содержат не только специфичный для таких предприятий метанол, но и не менее специфичные углеводороды, фенолы, гликоли, сероводород и другие вещества. Один из способов утилизации таких сточных вод, это сжигание на газофакельных установках. Такой способ не является экологически безопасным, так как при сжигании такой воды со специфичными компонентами, повлечет в дальнейшем оседание продуктов сгорания на близлежащие территории. В дальнейшем произойдет накопительный эффект что отрицательно скажется на экосистемах и ближайших населенных пунктах. [17]

Существует еще один способ утилизации таких производственных сточных вод, широко практикуемый в нефтегазовой промышленности, это подземное захоронение. Способ заключается в закачке сточных вод с содержанием метанола в глубокие и изолированные водоносные горизонты, не содержащие пресных, бальнеологических, минеральных и термальных вод. К такому способу прибегают в случае невозможности очистки сточных производственных вод от метанола и других компонентов до требуемых предельно-допустимых концентраций. Захоронение происходит непосредственно вблизи от самого производства в заранее определенных точках. Например, утилизация таких сточных вод Астраханского газоконденсатного комплекса, осуществляется путем их закачивания через скважины в пласт триасово-нижнемеловых отложений на глубину около 2000 м. [18]

Также существуют способы, ориентированные на очистку сточных вод с преобладающим содержанием метанола в их составе, так называемой метанолсодержащей воды:

Способ №1: извлечение метанола и ацетона из сточной воды методом ректификации, в ходе которого происходит испарение жидкости и отдельная конденсация паров других компонентов смеси. В данном подходе предлагается использование периодической ректификации, что позволяет извлечь метанол в одной колонне вместо двух, снижая тем самым затраты на очистку. [19]

Способ №2: данный метод очистки предполагает использование ультрафиолетового облучения эксилампами (газоразрядными лампами) в присутствии азотной кислоты (HNO₃) как сильного окислителя для удаления метанола из сточной воды. Под воздействием УФ-излучения происходит фотолиз воды и азотной кислоты с образованием высоко реактивных радикалов – •ОН, •Н, NO₂• и •NO, которые взаимодействуют с метанолом, образуя конечные продукты CO₂, H₂O и NH₃. В лабораторных условиях было установлено, что в воде с концентрацией метанола 35,0 мг/л, при соотношении СН₃ОН (10:1) и облучении λ=172 нм (Xe₂ – эксилампа), концентрация метанола за 16 минут снижалась до 2,6 мг/л, а при λ=222 нм (KrCl – эксилампа) – до 14,6 мг/л. [20]

Способ №3: извлечение метанола из производственных сточных вод газоконденсатных месторождений методом регенерации спирта ректификацией с последующим глубоким каталитическим окислением его остаточных количеств в кубовом остатке. Полное окисление метанола достигается при использовании медно-хромо-магниевого и хромо-магниевого катализатора на носителе из оксида алюминия (Al₂O₃) при температуре не ниже 450°С и времени контакта не менее 0,9 секунд. [21]

Способ №4: в данном методе очистка метанолсодержащей воды и почвы осуществляется с использованием микроорганизмов. Биопрепараты на основе метилотрофных бактерий (*Acinetobacter calcoaceticus* и *Methylomonas methanica*) очищают загрязненные среды путем микробиологической трансформации метанола через формальдегид и муравьиную кислоту до CO₂ и H₂O:



Очистка может проводиться в прудах-накопителях с компрессорами для аэрации и обработки биопрепаратом. В ферментере при концентрации метанола 1% очистка происходит за 22 часа, при 2% – за 36 часов. [22,23]

Способ №5 и №6: также существует способ адсорбции метанола из метанолсодержащей производственной сточной воды на угольных фильтрах с использованием оксида марганца. И способ дистилляции такого рода сточных вод на отпарных колоннах.

Применение метанола в нефтегазовой промышленности как ингибитора гидратообразования может привести к загрязнению окружающей среды из-за аварийных выбросов. Мониторинг выбросов и сбросов метанола необходим из-

за его токсичности и предельно-допустимых концентраций. Существуют различные методы утилизации и очистки сточных вод и загрязненных почв, такие как факельное сжигание, захоронение на большой глубине, ректификация, воздействие ультрафиолета, использование микроорганизмов, адсорбция на угольных фильтрах и др. Выбор конкретного метода определяется его экологической эффективностью и обоснованностью.

2 Общие сведения об объекте исследования УКПНиГ «Болашак»

«Норт Каспиан Оперейтинг Компани Н.В.» (НКОК Н.В.) осуществляет эксплуатацию объектов месторождения Кашаган и является оператором по реализации Северо-Каспийского проекта. Эксплуатация технологических установок морского комплекса (МК) предусматривает, что частично стабилизированная на морском комплексе нефть и отсепарированный газ транспортируются трубопроводами на наземный комплекс – НК (УКПНиГ «Болашак»), где доводятся до товарного состояния. В технологическом процессе предусмотрено также отделение (сепарация) пластовой воды и образование производственных сточных вод. Эти воды после очистных систем сбрасываются в накопительные секции комплекса ПРЖТО.

Месторождение Кашаган является одним из крупнейших шельфовых месторождений нефти, открытых за последние десятилетия. Месторождение расположено в шельфовой зоне северо-восточной части Казахстанского сектора Каспийского моря на расстоянии около 80 км к югу от города Атырау и представляет собой большое скопление легких фракций нефти высокого давления с большим содержанием сероводорода. Месторождение состоит из морского и наземного комплексов (МК и НК). Технология подготовки нефти и газа предусматривает добычу, сбор и частичное разгазирование (первичную подготовку) нефти и газа на МК и дальнейшую комплексную подготовку нефти, подготовку и первичную переработку газа на наземных объектах (НК). Наземные объекты месторождения Кашаган административно находятся в Макатском районе Атырауской области и включают в себя: установку комплексной подготовки нефти и газа (УКПНиГ) «Болашак»; железнодорожный комплекс на Западном Ескене (ЖКЗЕ); объекты инфраструктуры. В процессе подготовки углеводородного сырья происходит отделение (сепарация) пластовой воды и образуются производственные сточные воды, которые проходят очистку на различных технологических установках. Конечным приемником очищенных производственных сточных вод от объекта УКПНиГ являются изолированные испарительные секции Площадки размещения жидких технологических отходов (ПРЖТО), специально построенной для этих целей. Класс санитарной опасности УКПНиГ «Болашак» определен как 1 класс и категория объекта определена как 1 категория.

Комплекс «Болашак» УКПНиГ предназначена для подготовки до товарных кондиций сырой нефти и газа. УКПНиГ включает следующие технологические сооружения:

- три линии подготовки нефти производительностью 165 тыс. барр./сут. (баррелей в сутки) нефти каждая (УПН);
- две линии подготовки газа производительностью 8.6 млн ст. м³/сут. каждая;
- две линии извлечения серы производительностью 2 100 т/сут. каждая;
- установки инженерного обеспечения УКПНиГ;
- системы трубопроводов (экспорта нефти и газа).

Установка подготовки нефти реализует следующие технологические операции:

- окончательное разгазирование нефти на четвертой ступени сепарации;
- процесс дегидратации нефти, совмещенный с ее глубоким обессоливанием;
- стабилизацию нефти с удалением легких углеводородов и сероводорода;
- фракционирование нефти с отделением легких углеводородов и последующей их демеркаптанризацией;
- компримирование газа мгновенного испарения и подача его на УКПГ.

Технологической схемой Установки комплексной подготовки газа предусмотрены следующие процессы по подготовке и переработке газа:

- извлечение кислых газов диэтаноломином с последующей его регенерацией;
- дегидратация очищенного газа на молекулярных ситах колонного типа;
- низкотемпературная сепарация газа (контроль точки росы) с применением теплообменников и турбодетандеров;
- деэтанзация конденсата низкотемпературной сепарации в колонне деэтаннзаторе;
- газофракционирование с извлечением пропан - бутановой фракции и C5+ (в перспективе фракционирование C3 и C4);
- осушка сжиженной пропан - бутановой фракции на молекулярных ситах;
- компримирование и экспорт товарного газа.

Кислые газы с аминовой очистки, содержащие большую долю сероводорода, поступают на установку извлечения серы, входящую в технологический блок первичной переработки газа. Для извлечения серы применен трехступенчатый Клаус - процесс (стадия термического окисления + две стадии каталитического окисления) в сочетании с применением BSR/Amine - блока по очистке хвостовых газов с завершением цикла переработки кислых газов термическим окислением сбросных газов в печи дожига. Генеральным планом предусматривается территориальное деление площадок УКПНиГ на зоны, которые определены с учетом технологических связей, санитарно-гигиенических и противопожарных требований:

- предзаводская зона;
- зона инженерного обеспечения;
- технологическая зона;
- складская зона.

Предзаводская зона предусматривается для расположения зданий бытового назначения:

- бытовой блок;
- главная операторная;
- здание мастерской с бытовыми помещениями и офисами;
- здание склада для хранения запчастей оборудования (2 блока);
- пожарное депо на 4-е пожарные машины;

- распределительная подстанция;
- КПП;
- проходная.

Зона инженерного обеспечения предусматривается для расположения зданий и сооружений по обеспечению УКПНиГ водой, теплом и электроэнергией. На территории Зоны инженерного обеспечения размещаются следующие сооружения:

- электростанция с газотурбинными и паротурбинными генераторами;
- паровая котельная высокого давления;
- сооружения системы газоснабжения электростанции, паровой котельной высокого давления и встроенных в здания котельных;
- сооружения технического, производственного и хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- сооружения систем канализации;
- сооружения системы пожаротушения;
- спутниковая станция кип;
- распределительная подстанция;
- КПП.

Технологическая зона предусматривается для расположения производственных установок по подготовке сырой нефти и попутного газа до товарных кондиций (УПН и УКПГ), извлечения сжиженных пропана/бутана и утилизации серы. Складская зона предусматривается для расположения сооружений по хранению и экспортной откачке товарной нефти, сжиженных пропана/бутана и блоков хранения серы. В настоящее время, образующиеся в технологическом процессе сточные воды направляются на очистные системы установок 210, 333, 560, 570, УОВТП (грин филд), а затем сбрасываются в накопительные емкости ПРЖТО.

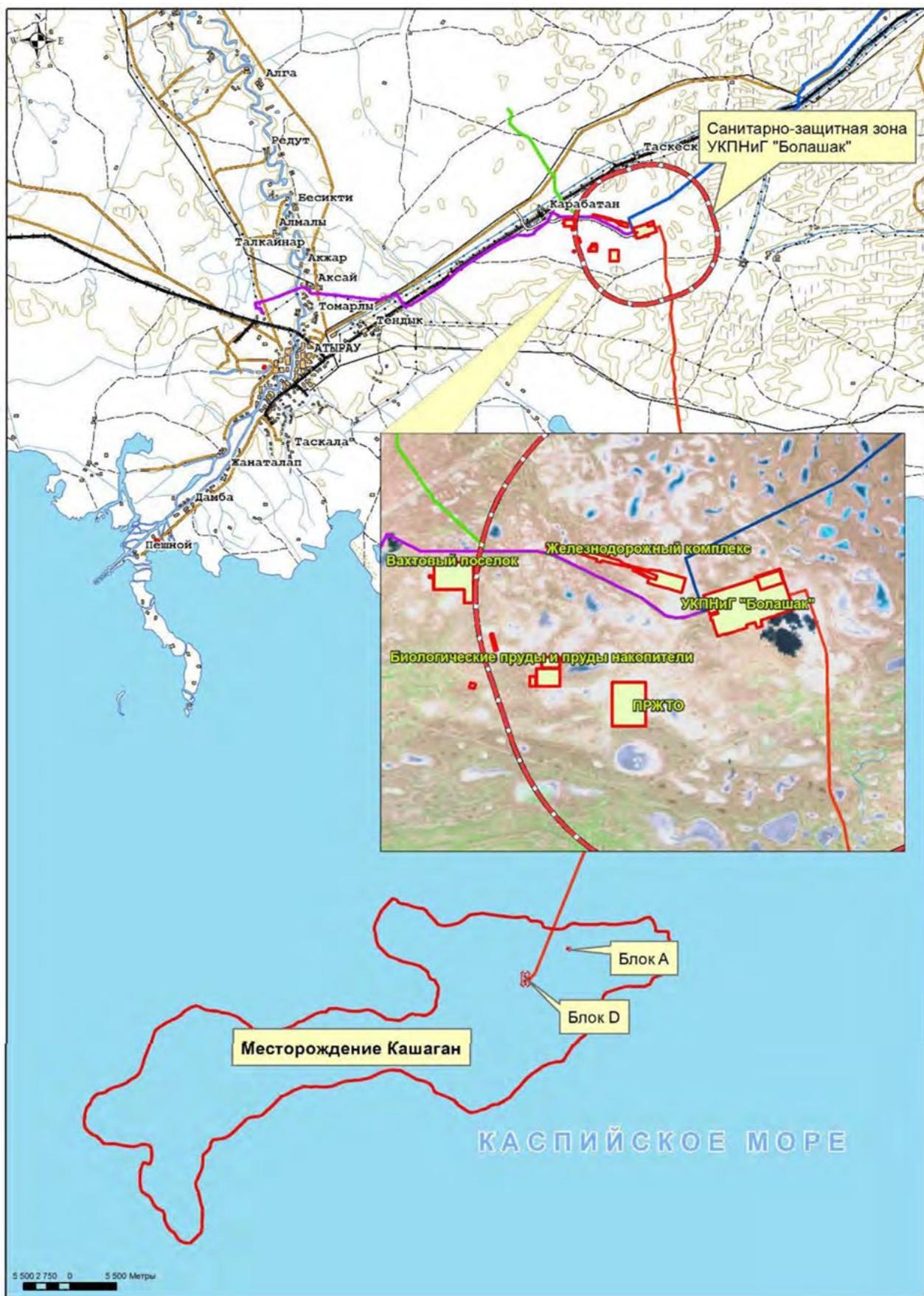


Рисунок 2.1 – Карта-схема расположения наземных объектов в Атырауской области.

2.1 Водоотведение на промышленном объекте

Реализация хозяйственной деятельности на УКПНиГ сопровождается образованием сточных вод. В соответствии с проектом на территории УКПНиГ предусмотрены следующие отдельные системы водоотведения:

- Система бытовой канализации (Установка 570);
- Система производственно-ливневой канализации (Установка 540);
- Производственные сточные воды, образовавшиеся в результате технологических процессов УКПНиГ;
- Система сброса сточных вод (Установка 590).

Система бытовой канализации предназначена для сбора, отведения и очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, образующихся в процессе жизнедеятельности персонала, от объектов инфраструктуры, в которых установлены санитарно-гигиенические приборы. Хозяйственно-бытовые сточные воды вывозятся на КОС вахтовых посёлков Самал для очистки. Система производственно-ливневой канализации (открытая дренажная система) предназначена для сбора производственных и поверхностных сточных вод, потенциально загрязнённых нефтепродуктами от технологических площадок (зон): ливневых вод, незапланированных проливов, после гидроуборки помещений, промывки оборудования и трубопроводов, при тушении пожара, смывов от аварийных душей и питьевых фонтанчиков, а также для сбора промывочных вод фильтров установок подготовки питьевой воды и подготовки деминерализованной воды, от установки очистки сточных вод, от установки обезвоживания осадков сточных вод. Очистка производственно-ливневых сточных вод осуществляется на установке очистки сточных вод (УОСВ). Производственные сточные воды образуются от следующих производственных технологических процессов:

- Кислая вода, полученная в результате обезвоживания нефти.
- УОХГ вода после подготовки газа.
- После блока очистки отработанного каустика 570-XX-003. Каустический раствор используется на УКПНиГ для удаления меркаптанов из нефти и сжиженного газа и подлежит очистке в блоке очистки отработанного каустика. После очистки данный поток характеризуется высоким содержанием солей, взвешенных веществ.
- После Комплекса по обезвоживанию и нейтрализации нефтешлама образуется нейтрализованная кислая вода, прошедшая нейтрализацию в ходе технологического процесса.
- Продувки котлов зоны инженерного обеспечения (А1-620-VN-003) (могут использоваться повторно) и котлов установок извлечения серы (А1-331-VN-105). Данные потоки характеризуются содержанием растворённых и взвешенных веществ, отсутствием кислорода и нефтепродуктов.

- После мембран обратного осмоса 530-ZZ-001A/B/C и 530-ZZ-002 A/B/C блока подготовки деминерализованной воды (A1-530-XX-003). Данный поток характеризуется содержанием солей порядка 2000 мг/дм³.

Производственные сточные воды, прошедшие предварительную очистку в соответствии со своими характеристиками, по технологическим напорным линиям различных диаметров поступают в уравнительную ёмкость A1-620-TP-001. Далее, сточные воды общим потоком направляются на очистку на УОВТП – Грин Филд. Система сброса сточных вод (Установка 590). Существующее положение. Прошедшие очистку на установке УОВТП (грин филд) сточные воды общим потоком перекачиваются на площадку Установки 590 и сбрасываются в бетонный накопитель-отстойник объемом 113 м³, откуда самотёком по распределительным трубам поступают в накопительные секции ПРЖТО для накопления и испарения. На рисунке 2.2 представлена Принципиальная схема водоснабжения и водоотведения УКПНиГ «Болашак».

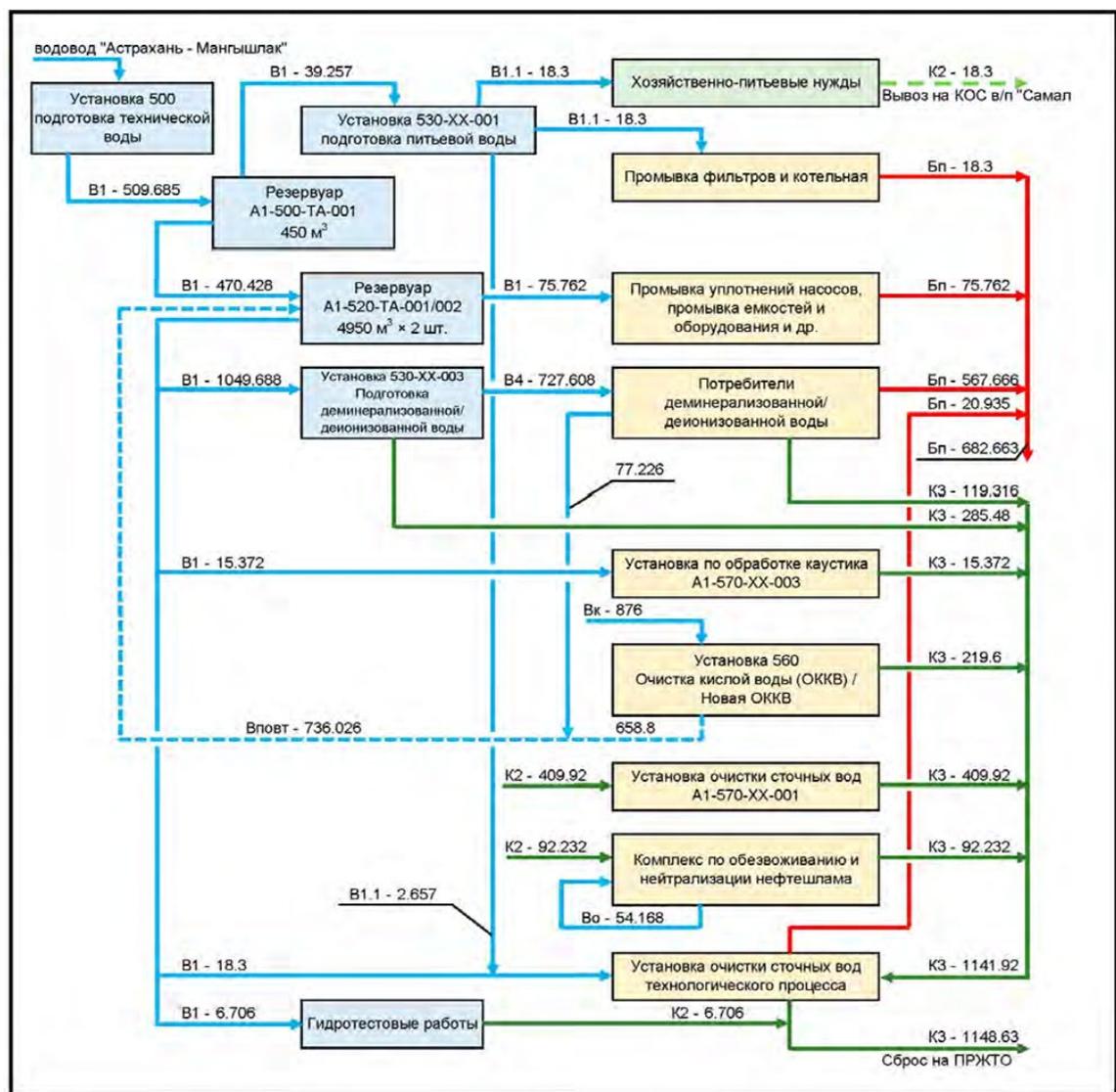


Рисунок 2.2 – Принципиальная схема водоснабжения и водоотведения УКПНиГ «Болашак».

2.2 Описание процессов по очистки производственных сточных вод

Установка 570. Блок очистки производственно-ливневых и хозяйственно-бытовых сточных вод (Блок 570-ХХ-001). Основное оборудование и комплектные блоки установки 570 включают следующие позиции:

- Резервуар-усреднитель производственных сточных вод, ливневых вод и некондиционной воды 570-ТР-001 (4 камеры);
- Насосные станции хозяйственно-бытовых стоков 570-ТЗ-001/002;
- Установка очистки хозяйственно-бытовых сточных вод (УОХБСВ), входит в состав 570-ХХ-001;
- Установка очистки производственно-ливневых сточных вод (УОСВ), входит в состав 570-ХХ-001;
- Установка очистки шлама, входит в состав 570-ХХ-001.

Хозяйственно-бытовые сточные воды, образующиеся на территории завода, по самотечной сети бытовой канализации поступают в приёмный резервуар, откуда вакуумными автоцистернами вывозятся на Установку очистки сточных вод вахтовых посёлков Самал для очистки и утилизации. Производственно-ливневые сточные воды, включая воды с промежуточных прудов испарителей серных карт, направляются в резервуар-усреднитель для приема стоков из производственно-ливневой канализации, а затем очищаются на блоке очистки производственно-ливневых вод (УОСВ). УОСВ рассчитана на очистку сточных вод производительностью 288 м³/сут. Шлам, отделенный во входном сепараторе и отстойнике, передается в блок очистки шлама для обезвоживания. Нефтепродукты, отделенные во входном сепараторе и установке воздушной флотации, хранятся в сборнике отделенной нефти и периодически вывозятся. Стоки после промывки оборудования во время техобслуживания и эксплуатации, в том числе производственно-ливневые сточные воды, после очистки на УОСВ будут сбрасываться в уравнительную ёмкость А1-620-ТР-001 для дальнейшей перекачки на УОВТП. Также на УОСВ предусмотрен блок с временной подачей серной кислоты для нейтрализации выходящих потоков. Проектное качество производственно-ливневых сточных вод после очистки на УОСВ представлено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Проектное качество производственно-ливневых сточных вод после очистки на УОСВ

Наименование показателей	Ед. изм.	До очистки	После очистки
Водородный показатель	рН	8-11	8-11
Взвешенные вещества	мг/дм ³	120	50
Железо общее	мг/дм ³	5	4
Сероводород	мг/дм ³	-	4,2
Нефтепродукты	мг/дм ³	50	5,4

Очистка кислой воды:

Кислая вода, образующаяся во входном сепараторе Установки 200 при отделении нефти от паров мгновенного выделения и от пластовой воды, содержит взвешенные вещества (песок, оксиды железа и др.), нефтепродукты, а также сероводород. Кислая вода на установке 210 сначала проходит очистку от взвешенных веществ на гидроциклонах. Образующийся на гидроциклонах нефтешлам направляется в систему очистки/осушки шлама КОНН, а извлеченная нефть направляется в резервуар хранения нефти, откуда закачивается во входной трехфазный сепаратор (A1-200-VS-101/201). В резервуаре хранения, работающем под давлением, предусмотрена газовая подушка. Отходящий газ направляется в систему очистки сернистого газа. После очистки в гидроциклонах кислая вода подается в ГФУ (A1-210-VH-101/201) и далее на фильтрацию. Во время цикла фильтрации кислая вода с установки 210 проходит через фильтр «со скорлупой грецких орехов» сверху вниз, при этом свободная нефть и взвешенные вещества удаляются. Для очистки фильтра в него специальным образом подается топливный газ для создания газлифтного насоса, с помощью которого фильтр промывается обратным потоком неочищенной кислой воды с установки 210. Очищенная вода из фильтров поступает в скруббер 560-VJ-002, а затем в резервуар серосодержащей воды 560-ТА-001 или другой резервуар. Предварительно очищенная кислая вода доочищается на новой отпарной колонне (УОКВ – браун филд) для отпарки части метанола, снижения концентрации углеводорода, очистки от сероводорода. Новая УОКВ позволяет выполнять отдельную подготовку кислой воды и воды с Установки Очистки Хвостовых Газов (УОХГ) и избежать загрязнения относительно чистого потока воды УОХГ, рециркулируемого в УКПНИГ, с потоком кислой воды.

Процесс очистки КВ на новой УОКВ заключается в следующем:

В резервуаре хранения некондиционной воды хранится КВ с высоким содержанием метанола, направляемая в качестве сырья в ОККВ после ее разбавления УОХГ водой установки очистки хвостовых газов (УОХГ) в уравнительном резервуаре. Разбавленная кислая вода с высоким содержанием метанола смешивается с кислой водой с низким содержанием метанола, образуя поток сырья в ОККВ. В ОККВ (A1-560-VJ-003) осуществляется очистка питающего потока кислой воды путем снижения концентрации H_2S в потоке не более 5 мг/дм³ и частичной очистки от CO_2 и метанола с использованием процесса отпарки (очистки). Новая ОККВ рассчитана на скорость подачи 110м³/ч. Данная номинальная мощность обеспечивает гибкость для использования новой ОККВ в качестве резервной колонны вместо существующей ОККВ в период отключения питания на существующую ОККВ. Все определенные расчетные варианты соответствуют уровню добычи 450 тыс.барр. нефти в сутки с учетом текущей обводненности потока 0,5%. В зависимости от обводненности потока КВ назначение новой ОККВ меняется. Новая ОККВ рассчитана на очистку кислой воды с УОХГ в период, когда существующая ОККВ находится на техобслуживании. Кислая вода будет храниться в существующем питающем резервуаре КВ (A1-560-ТА-001) и новом

резервуаре некондиционной воды (А1-560-ТА-007) в случае необходимости. Этот сценарий предусмотрен для добычи с низкой обводненностью 0,5%. Очищенная в новом ОККВ кислая вода отводится в существующий уравнильный отстойник (620-ТР-001), где она смешивается с другими производственными сточными водами и общим потоком направляются на УОВТП для дальнейшей очистки.

Колонны (существующая и новая) могут работать в режиме пакетной обработки потоков:

- на поток подготовленной воды от Установки 333 (на повторное использование);
- на смешанный поток кислой воды с Установки 210 и подготовленной воды от Установки 333.

Проектные показатели характеристики сточных вод до и после очистки на новой УОКВ (Базовый вариант) представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Проектные показатели характеристики сточных вод до и после очистки на новой УОКВ (Базовый вариант)

Наименование показателей	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³		Эффективность очистки, %
	На входе	На выходе	
Температура (°С)	62	85	
Водородный показатель, рН	8,3	8,3	
Сероводород (H ₂ S)	5000	5	99,9
Метанол (СН ₃ ОН)	1934	841	56,5
Взвешенные вещества (ОВЧ)	100	100	
Сухой остаток (ОРГЧ)	39068	39068	
Нефтепродукты (СНВ)	15	15	
Железо	8	8	

Очистка УОХГ-воды:

Установка 333 обеспечивает сбор и отделение от воды унесенной нефти и кислого газа. К источникам воды относятся:

- Каплеотбойные сепараторы газа регенерации 310-VN-102/202;
- Сборные емкости закрытого дренажа 550-VA-150//250;
- Насосы продувочного потока водопоглощающей колонны установки очистки хвостовых газов 332-РА-102 А/В и 202 А/В;
- Продувка регенератора из 332-НС-103/203.

Собранная УОХГ-вода проходит через дегазатор кислой воды 333-VN-001. Отделившийся газ направляется в установку 331 извлечения серы. Отсепарированная нефть передается в установку 220 экспорта сырой нефти. Вода направляется в существующую установку 560 отпарки кислой воды. Отпаренная вода будет возвращаться в резервуары сырой/пожарной воды 520-ТА-001/2 Установки 520 после охлаждения для повторного использования.

Необходимо отметить, что установка 333 не предназначена для подготовки воды из установки 210. Данная вода отводится из входного сепаратора нефти и подготавливается отдельно. Избыток очищенной УОХГ воды, будет сбрасываться в уравнительную ёмкость А1-620-ТР-001 для дальнейшей перекачки на УОВТП. В случае технического обслуживания существующей колонны отпарки кислой воды предусмотрена байпасная линия. В этом случае, в байпасную линию для нейтрализации добавляется поглотитель сероводорода. Нейтрализованная УОХГ вода с установки хвостовых газов направляется на А1-620-ТР-001 и далее подается для очистки на УОВТП. В таблице 2.3 представлена проектная характеристика сточных вод до и после очистки на ОККВ Установки 560.

Таблица 2.3 – Проектная характеристика сточных вод до и после очистки на ОККВ Установки 560

Наименование показателей	Кислая вода с установки 333		
	до	после	эффективность очистки
Температура (°С)	67	85	
Водородный показатель, рН	5-6	8-12	
Взвешенные вещества (мг/дм ³)	50	50	
Сухой остаток (мг/дм ³)	100	100	
Железо общее (мг/дм ³)	1	1	
Нефтепродукты (мг/дм ³)	10	5	50%
Сероводород (мг/дм ³)	23	5	78 %
Метанол (мг/дм ³)	0	0	

Система очистки сточных вод (Установка 570). Блок очистки отработанного каустика (БООК):

Отработанный каустик с блоков демеркаптанализации установок 210 и 321 загрязнен сернистыми соединениями, такими как сульфиды (HS-) и дисульфидные масла (RSSR). Очистка отработанного каустика проводится на двух установках:

- В блоке очистки отработанного каустика применяется процесс окисления влажным воздухом, в котором происходит окисление сернистых соединений до сульфатов (SO₂-). Блок рассчитан на очистку отработанного каустика в объеме 0,6 м³/ч.

- Дополнительная установка по нейтрализации отработанного каустика предназначена для нейтрализации отработанного каустика из системы MEROX путем снижения рН с помощью 37%-й серной кислоты и закачки азота для усиления продувки газа (H₂S, RSH и т.д.). Установка рассчитана на диапазон агрессивного рН, равного 2 - 14. Сосуды блока нейтрализации отработанного каустика предназначены для периодической работы с двумя независимыми

системами рециркуляции отработанного каустика с общей системой закачки кислоты для обоих сосудов. Продутый газ из верхней части каждого сосуда блока нейтрализации отработанного каустика направляется в факельную линию.

- Очищенный отработанный каустик сбрасывается в уравнительную ёмкость А1-620-ТР-001 для дальнейшей перекачки на УОВТП.

Характеристика отработанного каустика до и после очистки на БООК согласно «Проекту обустройства объектов опытно-промышленной разработки м/р Кашаган. Наземный комплекс. УКПНиГ. Корректировка очередей 1, 2, 3 с выделением пусковых комплексов» представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Проектная характеристика отработанного каустика до и после очистки

Параметры	БООК			Дополнительная установка	
	На приеме	На выпуске	Эффективность очистки, %	На приеме	На выпуске
Водородный показатель, рН	13	13*		13-14	4,5-6
Взвешенные вещества (мг/дм ³)	4400	4400		710	710,0
Сероводород (мг/дм ³)	2	1	50	0	7,5
Нефтепродукты (мг/дм ³)	400	400	-	1	1,0
Общее железо (мг/дм ³)	1	1		7,5	7,5

Комплекс по обезвоживанию и нейтрализации нефтешлама (КОНН):

Сероводород H₂S, присутствующий в кислой воде/шламе доставляемая вакуумными машинами с танка А1-560-ТА-001, нейтрализуется гидроксидом натрия (NaOH) в сульфид натрия (Na₂S) - водорастворимую соль (на территории УКПНиГ). Далее на КОНН менее стабильный Na₂S окисляется 25% перекисью водорода (H₂O₂) в стабильное химическое вещество - сульфат натрия Na₂SO₄, который не переходит в опасный H₂S из-за снижения рН.

Нейтрализованная кислая вода отстаивается в емкости осаждения очищенной воды с разделением на нефть, воду и осадок. Отстоянная вода доочищается последовательно на фильтрах с песочной загрузкой и загрузкой из активированного угля. Очищенная вода используется вторично на собственные нужды КОНН (промывку фильтров, емкостей и т.д.). Избыток очищенной воды вывозится на новую УОСВ для совместной очистки с другими потоками производственных сточных вод. Образовавшийся в процессе нейтрализации и отстаивания осадок сточных вод обезвоживается на фильтр-прессе. После чего передается Компании по обращению с отходами. Уловленная нефть возвращается на УКПНиГ. В таблице 2.5 даны проектные данные по составу нейтрализованного нефтешлама и воды после очистки.

Таблица 2.5 – Состав нейтрализованного нефтешлама и воды после очистки

Наименование показателей	Ед.изм.	Проектные показатели	
		Нефтешлам после нейтрализации на УКПНиГ	Вода после Установки окисления и обезвоживания (КОНН)
Метанол	мг/дм ³	79,2	20
Сероводород	мг/дм ³	5	5
Взвешенные вещества	мг/дм ³	151515	40
Нефть и нефтепродукты	мг/дм ³	211	20

Установка 620. Система пара и конденсата:

Поток воды, исходящий из системы продувки котла, является побочным продуктом производства пара. Продувка котлов осуществляется для удаления солей и взвешенных частиц, присутствующих в системе процесса производства пара. Присутствие данных веществ обусловлено загрязнением питательной воды, осаждением продуктов химической обработки в системе или превышением предела растворимости других растворимых минеральных веществ, а также обогащением солей вследствие многократной рециркуляции того же потока воды. Таким образом, продукт продувки котлов всегда будет иметь более высокую концентрацию компонентов по сравнению с водой на приеме, которые после нейтрализации будут использоваться повторно или сбрасываться в уравнительную ёмкость А1-620-ТР-001 для дальнейшей перекачки на УОВТП.

Некондиционная вода на выпуске установки обратного осмоса (Установка 530):

Мембраны обратного осмоса не пропускают растворенные и взвешенные минералы и соли в объеме порядка 25% от потока. Данный поток направляется в существующий уравнительный отстойник (620-ТР-001), где она смешивается с другими производственными сточными водами и общим потоком направляются на новую УОСВ для дальнейшей очистки.

Сбор предварительно-очищенных производственных сточных вод:

В уравнительной емкости (на УКПНиГ) собираются сточные воды с различных источников. Эти потоки смешиваются и отводятся как один (смешанный) поток сточной воды на новую УОВТП для дальнейшей очистки:

- Поток 1. От Установки 560. Очищенная кислая вода с новой ОККВ А1-560-VJ-003;
- Поток 2. От Установки 530. Концентрат обратного осмоса от существующей установки обратного осмоса (УОО);
- Поток 3. От Установки 331. Поток от продувки котла от Установки извлечения серы (УИС);

- Поток 4. От Установки 620. Поток от продувки котла с Участка очистки инженерных систем Кашагана (ИСК);
- Поток 5. От Установки 570. Отработанный каустик с установки очистки УОВВ;
- Поток 6. От Установки 540. Стоки открытой дренажной системы УКПНиГ;
- Поток 7. От Установки 332. Очищенная избыточная вода с УОХГ;
- Поток 8. От дополнительной установки нейтрализации отработанного каустика.

На рисунке 2.3 представлена технологическая схема потоков сточных вод УКПНиГ, существующих установок, новой ОККВ и резервуаров для хранения некондиционного продукта (существующие объекты) и новой УОВТП для текущего сценария эксплуатации (ОВ = 0,5% при добыче нефти 450 тыс. барр. нефти/сутки), который считается базовым вариантом.

Установка Очистки Вод Технологического Процесса (УОВТП):

Схема очистки на УОВТП, следующая: основной поток сточной воды, подается на вход в систему фильтрации под давлением 2,0÷3,0 бар и температурой 5÷80°C. Фильтрация входного потока обеспечивается сетчатым фильтром для удаления инородных и крупных частиц. Перед подачей в питательный резервуар все потоки соединяются в общий коллектор. Коллектор направляет поток на входной диффузор, где скорость потока значительно снижается и направление потока меняется на обратное, что способствует эффективному отделению нефти. Отделенная нефть собирается в верхнем слое резервуара и попадает в плавающее нефтесборное устройство. Отделенная нефть из резервуара (после снятия верхнего слоя) направляется в отстойник. Питательный резервуар предусмотрен для равномерного распределения поступающих потоков сточной воды, что позволяет обеспечить стабильную работу системы и лучшее функционирование последующих технологических процессов.

Поток сточной воды из питающего резервуара подается насосами предварительной очистки в осветлитель. Невостребованный поток, исходящий от насосов, рециркулирует в питающие резервуары. В индивидуальные потоки дозировано добавляются флокулянт и коагулянт. Добавление выполняется в первой камере пластинчатого отстойника. Помимо этого, в осветлитель подается известь для смягчения воды и регулирования показателя кислотности рН. Для осветления используется блок наклонных пластин. Сточные воды поступают в нижней части. Осветленная вода собирается в резервуаре чистой воды и далее будет подвергаться многослойной фильтрации. Фильтр заполняется песком и антрацитом, которые позволяют улучшить проникновение взвешенного вещества в фильтрующий слой, что приводит к более эффективной фильтрации и более продолжительным интервалам между обратными промывками. Отфильтрованная вода направляется в резервуар очищенной воды. В составе блока осветления предусмотрены поточные анализаторы, которые используются для контроля содержания нефти и ОВЧ в очищенных сточных водах. При подаче сигнала высокого содержания нефти или высокого общего содержания твердых взвешенных частиц (ОВЧ) от блока осветления очищенные сточные воды возвращаются в питательный резервуар для повторной очистки. Обратная промывка фильтров проводится осветлённой водой из резервуара очищенной воды и сбрасывается в питательный резервуар для очистки.

Очищенные сточные воды из блока осветления поступают в резервуар очищенной воды. Продолжительность удержания в резервуаре очищенной воды составляет два часа. Резервуар очищенной воды оснащается электрическими подогревателями для поддержания температуры воды в зимнее время. Очищенные сточные воды из резервуара очищенных сточных вод насосами перекачиваются в существующий коллектор Ду250 мм (10"), который ведет на Установку 590 (накопительные секции ПРЖТО). Собранные твердые примеси выпадают в осадок внутри осветлителя и удаляются со дна установки. Шламовые насосы забрасывают шлам в установку очистки шлама. Насосы рециркуляции

циркулируют шлам обратно в осветлитель предочистки по необходимости. В блоке очистки шлама происходит осушение неорганического шлама, образующегося в нижней части блока осветления во время удаления взвешенных веществ из поступающих в пластинчатую осветляющую систему сточных вод.

Шлам, который направляется из блока осветления в блок очистки шлама, попадает в отстойник шлама, продолжительность удержания в котором составляет 12 часов. Отстойник шлама оснащен скребком для перемешивания твердых веществ. Шлам из отстойника перекачивается с помощью шламовых насосов в пластинчатый фильтр-пресс для обезвоживания. Флокулянт добавляется в поток шлама, поступающий в пластинчатый фильтр-пресс, чтобы обеспечить эффективное обезвоживание. Для промывки фильтр-пресса необходимо использовать очищенные сточные воды. Образующиеся сточные воды из блока очистки шлама направляются в блок осветления на очистку. Стадии фильтрации шлама в пластинчатом пресс-фильтре автоматизированы. Отделенная нефть из питающего резервуара (после снятия верхнего слоя) направляется во вспомогательный отстойник уловленной нефти – подземную бетонную емкость размером 3,0x3,0x2,6(н) с внутренним покрытием эпоксидной смолой. Нефть, которая скапливается в отстойнике уловленной нефти, будет периодически вывозиться в автоцистерне с вакуумным насосом и утилизироваться на технологической установке УКПНиГ. Проектные показатели характеристики сточных вод до и после очистки на новой УОСВ (Базовый вариант) представлен в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Проектные показатели характеристики сточных вод до и после очистки на новой УОВТП (Базовый вариант)

Наименование показателей	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³		Эффективность очистки, %
	на входе	на выходе	
Температура (°С)	80	80	
Водородный показатель, рН	7-9	7-9	
Сероводород (H ₂ S)	1,5	1,5	-
Метанол (СН ₃ ОН)	28,3	28,3	-
Взвешенные вещества (ОВЧ)	125	41,4	67,0
Сухой остаток (ОРТЧ)	10151	10151	-
Нефтепродукты (СНВ)	4	3	32,5
Железо	9	2,2	75,6

Принципиальная схема очистных сооружений приведена на рисунке 2.4. Сброс в накопительные секции ПРЖТО являются единственным местом утилизации очищенных производственных сточных вод. Сброс в накопительные секции ПРЖТО осуществляется в соответствии с разрешением на эмиссии в окружающую среду и разрешением на специальное водопользование.

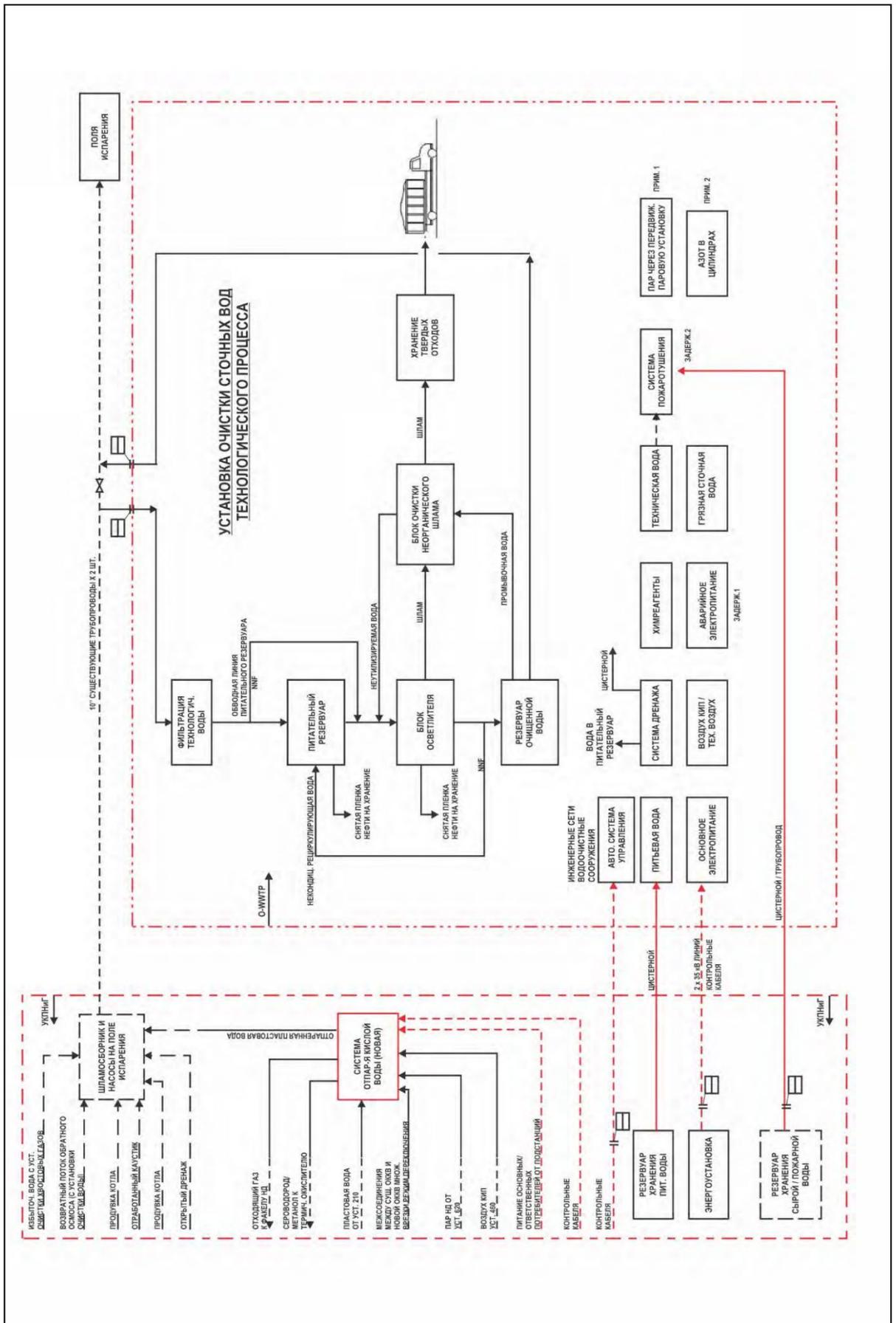


Рисунок 2.4 Принципиальная схема водоочистных сооружений

Таблица 2.7 – Эффективность работы очистных сооружений УКПНиг

1	2	Мощность очистных сооружений						Эффективность работы														
		Проектная			Фактическая			Проектные показатели*			Фактические показатели (средние за 2023)											
		м³/час	м³/сут	тыс. м³/год	м³/час	м³/с	тыс. м³/год	Концентрация, мг/дм³	Степень очистки %	Концентрация, мг/дм³	Степень очистки %	Концентрация, мг/дм³	Степень очистки %									
Состав очистных сооружений	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Установка 560. Система отпарки кислой воды (УОХГ вода)											
											Водородный показатель, рН	5-6	8-12	-	7,08	9,23	-	-	-	-	-	-
											Взвешенные вещества	50	50	-	2,93	2,68	-	-	-	-	-	-
											Сухой остаток	100	100	-	108,67	55,17	-	-	-	-	-	-
											Общее железо	1	1	-	0,30	0,14	-	-	-	-	-	-
											Нефтепродукты	10	5	-	0,77	0,68	-	-	-	-	-	-
											Сероводород	23	5	-	3,89	0,02	-	-	-	-	-	-
											Метанол	-	-	-	2,75	1,09	-	-	-	-	-	-
											Установка Очистки Сточных Вод (УОСВ)											
											Блок очистки производственно-ливневых вод	12	288	105,408	-	-	-	120	50	58	33,35	29,6
5	4	20	0,66	0,89	-																	
50	5,4	89,2	8,1	7,51	7,21																	
-	4,2	-	0,29	0,02	92,87																	
-	-	-	175,92	163,08	7,3																	
Установка Очистки Кислой Воды (УОКВ)***																						
Установка ОКВ	110	2640	966,24	-	-	-	100	100	-	4,7	2,43	48,4										
							8	8	-	0,08	0,09	-										
							15	15	-	5,43	0,99	81,81										
							5000	5	99,9	52,75	0,02	99,96										
							1934	841	56,5	9,38	1,6	82,93										
Установка Очистки Вод Технологического Процесса (УОВП)****																						
Резервуары; Фильтры с различной загрузкой; Фильтр-пресс;	130	3120	1141,92	-	-	-	125	41,4	67,0	8,66	3,78	56,35										
							9	2,2	75,6	0,16	0,1	38,95										
							4	3	32,5	1,61	0,82	49,32										
							1,5	1,5	-	1,43	0,02	98,59										
							28,3	28,3	-	39,08	22,28	42,99										

2.3 Характеристика приемника сточных вод

Для размещения очищенных производственных сточных вод УКПНиГ, не используемых повторно в производственном процессе, предусмотрена Установа 590 (накопительные секции ПРЖТО).

Площадка Установки 590 (накопительные секции ПРЖТО) расположена в 4,5 км на юго-запад от УКПНиГ, 7 км на юго-восток от вахтовых поселков Самал, 10 км на юго-восток от ближайшего поселка Карабатан, 36 км на северо-восток от г. Атырау. Районный центр, поселок городского типа Макат, расположен на расстоянии примерно 90 км в северо-восточном направлении от поселка Карабатан.

План-схема расположения накопительных секций ПРЖТО представлены на рисунках 2.5 и 2.6.

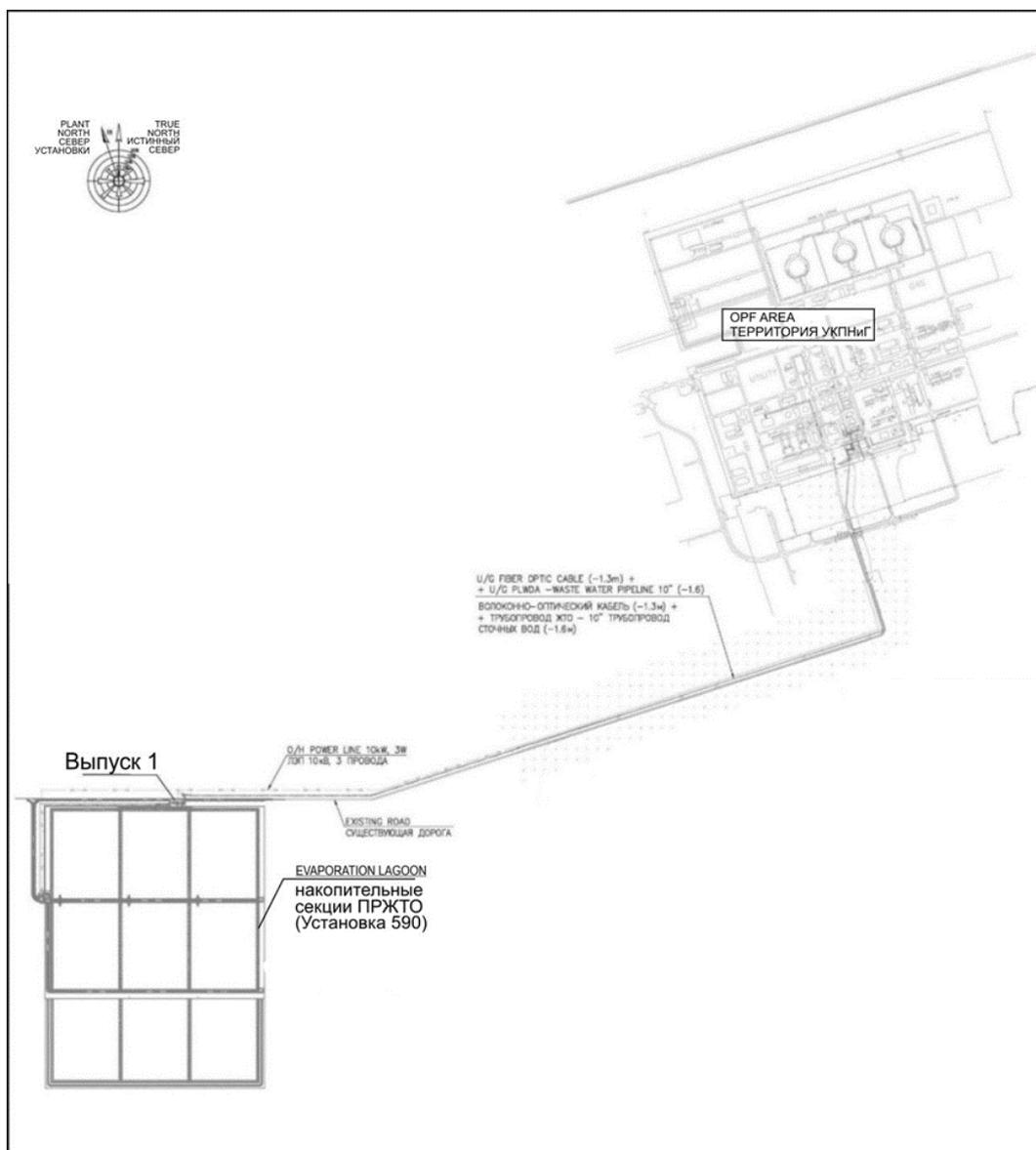


Рисунок 2.5 – План-схема расположения накопительных секций ПРЖТО

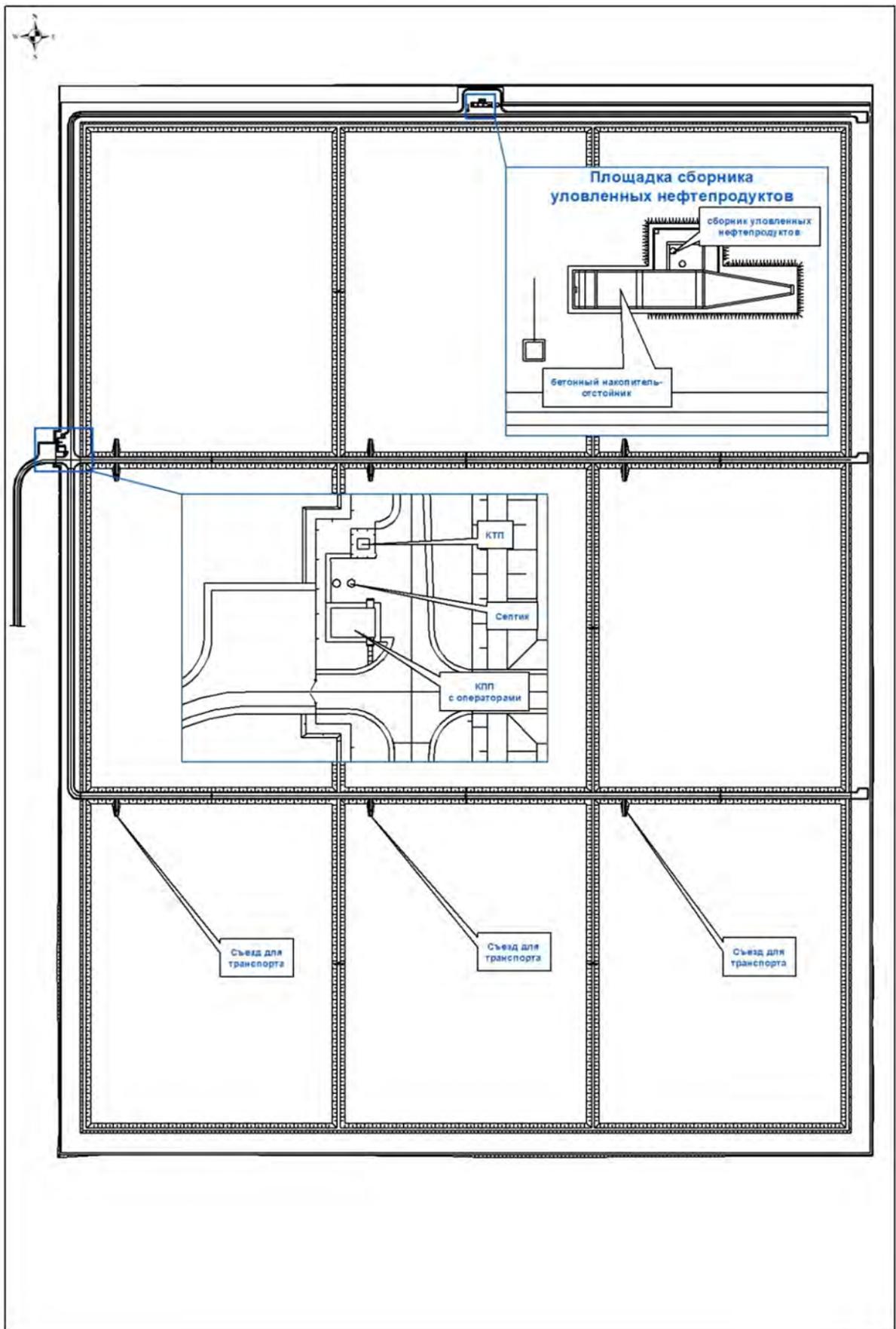


Рисунок 2.6 – План площадки ПРЖТО

Основные показатели Установки 590 (накопительные секции ПРЖТО) по генеральному плану:

- Площадь территории в ограждении 139,15 га.
- Площадь застройки 122,55 га.

Расположение сооружений определялось исходя из технологической схемы производства и их рационального размещения с учетом санитарных норм и норм пожаробезопасности, вида транспорта, расположения подземных инженерных сетей с учетом обеспечения нормальных условий их эксплуатации и ремонта. В состав Установки 590 (накопительные секции ПРЖТО) входят следующие сооружения и оборудование:

- бетонный накопитель-отстойник объемом 113 м³ в котором установлен мобильный плавающий нефтесборщик, предназначенный для сбора, удаления и откачки с поверхности всплывающей нефтяной фракции (пленки);
- колодец для задвижек, предназначенный для приема сточных вод и сбора плавающих на поверхности легких фракций;
- бетонный сборник для извлеченной нефти объемом 25 м³;
- накопительные секции;
- обводные трубопроводы с соответствующей арматурой для распределения сточных вод между секциями;
- подъездная дорога.

Накопительные секции для размещения очищенных производственных сточных вод:

Накопительные секции ПРЖТО (9 шт.) рассчитаны на прием очищенных производственных сточных вод от производственных объектов УКПНиГ. Секции имеют прямоугольную форму, размеры секций в плане (по дну) составляют 308 х 410 м (каждая). Каждые три поперечные секции разделены дамбами шириной по верху 9,0 м с устройством на них проездов шириной 7,0 м. С оставшихся сторон каждая секция в свою очередь имеет собственное обвалование в виде дамбы шириной по верху 4,0 м. На дно каждой секции предусмотрен один въезд. Откосы дамб приняты 1:3. Высота дамб над уровнем дна 2,0 м, 2,1 м, 2,2 м для соответствующих секций. Высота дамб над уровнем спланированной земли составляет 1,0 м. Рабочая гидравлическая глубина принята 1,3–1,4 м с учетом поступления очищенных производственных сточных вод и отсутствия испарения в зимнее время. Рабочий объем каждой секции составляет 167830 м³. Общая площадь накопительных секций на ПРЖТО составляет 1 136 520 м² (113.652 гектаров). Согласно принятой технологии между всеми секциями ПРЖТО предусмотрена установка межсекционных колодцев с шиберными задвижками, с устройством перепуска из одной секции в другую для исключения переливов и увеличения площади поверхности. Исходя из того, что устройство перепусков не обеспечивает максимальное опорожнение секций (секции будут работать как сообщающиеся сосуды), то проектом предусматривается использование переносных самовсасывающих насосов не

погружного типа. Насосы установлены вблизи межсекционных колодцев, на дамбе. Для предотвращения загрязнения подстилающего слоя грунта и подземных вод в секциях ПРЖТО предусматривается противофильтрационный экран:

Основание секций:

- Защитный слой из суглинистого грунта без твердых включений толщиной 500 мм;
- Экран из полипропиленовой пленки толщиной 1 мм;
- Слой суглинка толщиной 200 мм;
- Уплотненный грунт.

Откосы секций:

- Сборные бетонные плиты;
- Песчано-гравийная подготовка толщиной 300 мм;
- Экран из полипропиленовой пленки толщиной 1 мм;
- Слой суглинка, толщиной 200 мм;
- Уплотненный грунт.

Бетонный накопитель-отстойник (камера сепарации):

Очищенные производственные сточные воды с УКПНиГ по двум коллекторам поступают в накопитель-отстойник. В бетонном накопителе-отстойнике происходит гашение напора и частичное отстаивание очищенных производственных сточных вод. При отстаивании на поверхности очищенных производственных сточных вод образуется нефтяная пленка, которая затем собирается при помощи плавучего нефтесборщика и перекачивается в сборник уловленных нефтепродуктов. Бетонный накопитель-отстойник выполнен в виде прямоугольника в плане, с монолитными перегородками, образующими отсеки. Входной отсек имеет трапецеидальную форму в плане, днище выполнено с уклоном в сторону накопителя. Из последней секции (отсека) сточные воды самотёком по распределительным трубам поступают в накопительные секции ПРЖТО для накопления и испарения.

Сборник уловленных нефтепродуктов:

Сборник уловленных нефтепродуктов выполнен в виде прямоугольника в плане. Вокруг сборника уловленных нефтепродуктов выполнена железобетонная площадка. Для сбора атмосферных осадков и случайных проливов нефтепродуктов предусмотрен приямок. Площадка выполнена с уклоном в сторону бетонного накопителя-отстойника. Дождевые воды, загрязненные нефтепродуктами, будут самотеком поступать в накопитель-отстойник.

Межсекционные колодцы с шиберными задвижками:

Для перекрытия потоков на время проведения технических осмотров, а также на время опорожнения секций ПРЖТО предусматриваются перепуски в межсекционных дамбах. Перепуски устанавливаются в межсекционных колодцах с шиберными задвижками.

Напорный трубопровод очищенных производственных сточных вод:

Напорный трубопровод очищенных производственных сточных вод выполнен из стекловолоконистых высокопрочных труб, не подвергающихся внешней и внутренней коррозии и выдерживающих высокую температуру перекачиваемой среды, диаметром 250 мм в две линии подземной прокладки. Протяженность напорного трубопровода составляет 4,05 км (от арматурного колодца на территории УКПНиГ до арматурного колодца, расположенного на территории ПРЖТО). По трассе напорного трубопровода предусматривается установка сигнальных опознавательных знаков, которые оснащаются соответствующими щитами с надписями. По трассе напорного трубопровода предусмотрены следующие линейные сооружения:

- Водопроводные колодцы для клапанов впуска и выпуска воздуха при опорожнении и заполнении трубопроводов;
- Водопроводные колодцы для арматуры на выпусках в пониженных местах для опорожнения ремонтного участка, а также выпуска воды от промывки трубопроводов;
- Камера переключения для проведения ремонтных работ на аварийном участке и возможностью маневрирования при подаче очищенных производственных сточных вод.

2.4 Анализ мониторинга сточных вод, перед сбросом в накопительные секции ПРЖТО и определение проблемной ситуации по водоотведению

В таблице А.1 представлены данные ПЭК за предыдущий трехлетний период (с первого полугодия 2021 года по второе полугодие 2023 года).

Так как накопительные секции ПРЖТО являются накопителем замкнутого типа, то есть, нет открытых водозаборов воды на орошение, и не осуществляется сброс части стоков накопителя в реки или другие природные объекты, расчет допустимой концентрации (С_{дс}) загрязняющих веществ в сточных водах, отводимых в накопительные секции ПРЖТО производится по формуле:

$$C_{дс} = C_{факт},$$

где С_{факт} – фактический сброс загрязняющих веществ после очистных сооружений или перспективным, менее благоприятным значениям по проектным решениям (С_{проект}), мг/дм³.

Перечень загрязняющих веществ, для которых устанавливаются нормативы эмиссий, по следующим загрязняющим веществам: взвешенные вещества, нефтепродукты, железо общее, сероводород и метанол.

Результаты химических анализов, очищенных производственных сточных вод на сбросе в накопительные секции ПРЖТО за предыдущие три года (с 1-го полугодия 2021 г. по 2-ое полугодие 2023 г.), приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Качество очищенных производственных сточных вод, сбрасываемых в накопительные секции ПРЖТО (Выпуск №1)

Загрязняющее вещество (ЗВ)	Концентрация ЗВ, мг/л						Средняя за 3 года	ЭНК
	1 год		2 год		3 год			
	I полугодие 2021	II полугодие 2021	I полугодие 2022	II полугодие 2022	I полугодие 2023	II полугодие 2023		
	1	2	3	4	5	6		
Взвешенные вещества	19	42	82	100	8.5	11	43.75	-
Железо общее	1.55	3.55	3.7	3.45	1.18	1.4	2.472	-
Нефтепродукты	0.52	0.4	3	4.8	2.5	1	2.037	-
Сероводород	0.04	0.1	0.1	0.02	0.02	0.54	0.137	-
Метанол	2.1	62	87	8.4	52	2.5	35.8	-

Определение расчетных концентраций (С_{дс}) загрязняющих веществ, отводимых с очищенными производственными сточными водами от УКПНИГ «Болашак» в накопительные секции ПРЖТО (Выпуск №1) на 2024 г. представлено в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Определение допустимой концентрации норматива (С_{дс}) загрязняющих веществ, отводимых со сточными водами в накопительные секции ПРЖТО

Показатели загрязнения	ПДК	Фактическая концентрация*, мг/дм ³	Проектные концентрации**, мг/дм ³	Расчетные концентрации, мг/дм ³	Нормы ПДС, мг/дм ³	Утвержденный ПДС	
						г/час	т/год
						2024 год	
Взвешенные вещества	Не применимо к искусственным накопителям сточных вод замкнутого типа	43.75	41,4	Согласно пп. 56,74 Методики СДС = С проект = 41,4 мг/дм ³	41,4	9301.3380	47.5531
Железо общее		2.472	2,2	Согласно пп. 56,74 Методики СДС = С проект. = 2,2 мг/дм ³	2,2	494.2740	2.5270
Нефтепродукты		2.037	3,0	Согласно пп. 56,74 Методики СДС = С проект. = 3,0 мг/дм ³	3,0	674.0100	3.4459
Сероводород		0.137	1,5	Согласно пп. 56,74 Методики СДС = С проект = 1,5 мг/дм ³ **	1,5	337.0050	1.7229
Метанол		35.8	3,0	Согласно пп. 56,74 Методики СДС = С проект. = 3,0 мг/дм ³	3,0	674.0100	3.4459

Количество отводимых очищенных производственных сточных вод от УКПНиГ «Болашак» в накопительные секции ПРЖТО на рассматриваемый период составит – 224,67 м³/час, 1148,626 тыс. м³/год.

Расчет предельно-допустимого сброса (ДС) загрязняющих веществ, отводимых с очищенными производственными сточными водами УКПНиГ «Болашак» в накопительные секции ПРЖТО на рассматриваемый период представлен в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Допустимый сброс (ДС) загрязняющих веществ, отводимых с очищенными производственными сточными водами УКПНиГ «Болашак» в накопительные секции ПРЖТО (Выпуск №1) в 2024 г.

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Расчетный норматив, Сдс	2024 г.			
			Объёмы отводимых сточных вод		Допустимый сброс (ДС)	
			м ³ /час	тыс. м ³ /год	г/час	т/год
1	Взвешенные вещества	41,4	224,67	1148,626	9301.3380	47.5531
2	Железо общее	2,2			494.2740	2.5270
3	Нефтепродукты	3,0			674.0100	3.4459
4	Сероводород	1,5			337.0050	1.7229
5	Метанол	3,0			674.0100	3.4459
	Итого:				11480.6370	58.6948

Вывод по главе 2:

Исходя из данных мониторинга сбрасываемой сточной воды в секции ПРЖТО. Можно установить, что из 5 определяемых загрязняющих веществ, превышение по предельно-допустимой концентрации, согласно экологическому нормированию, есть в концентрации метанола. Согласно данным, приведенные в таблице Таблице 2.10 фактическая средняя концентрация метанола за 3 года в сбрасываемой производственной воде в секции ПРЖТО, составляет 35,8 мг/дм³. Фактическая концентрация загрязняющего вещества превышает нормативную предельно-допустимую концентрацию почти в 12 раз. В связи, с этим является целесообразным разработать рекомендацию для снижения фактической концентрации метанола в сточной воде перед сбросом в секции ПРЖТО.

3 Описание предлагаемой технологии очистки производственных сточных вод от метанола методом каталитического окисления

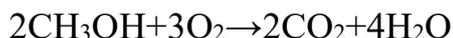
Предлагаемый метод очистки производственных сточных вод от метанола основан на «Технологии очистки производственных сточных вод газоконденсатных месторождений от метанола», авторов - М.В. Бренчугина, А.С. Буйновский, З.Р. Исмагилов*, В.В. Кузнецов*, Северская государственная технологическая академия, г. Северск. [21]

Сущность метода:

Метод глубокого каталитического окисления метанола представляет собой эффективную технологию очистки сточных вод, загрязненных метанолом, до углекислого газа (CO₂) и воды (H₂O). Эффективность достигает до 99,9%. Этот метод основан на использовании кипящего слоя катализатора ИК 12-73, что обеспечивает высокую степень очистки и экономическую эффективность процесса. Процесс глубокого каталитического окисления метанола проводится в реакторе с псевдоожиженным слоем катализатора. Псевдоожиженный слой представляет собой состояние, при котором твердые частицы катализатора находятся во взвешенном состоянии, что позволяет достичь высокой интенсивности массопередачи и теплопередачи. Этот режим способствует равномерному распределению температуры и концентраций реагентов, что важно для эффективного проведения каталитических реакций.

Механизм реакции:

Реакция окисления метанола на катализаторе ИК 12-73 протекает по следующему общему уравнению:



При высоких температурах катализатор активирует молекулы кислорода и метанола, что приводит к их взаимодействию и образованию углекислого газа и воды. Присутствие псевдоожиженного слоя улучшает распределение реагентов и продуктов, что минимизирует вероятность побочных реакций и образования промежуточных продуктов.

Катализатор и условия процесса:

Катализатор ИК 12-73 используется в псевдоожиженном слое при температуре не ниже 450°C. Температурный режим является критическим для обеспечения высокой активности катализатора и полной конверсии метанола. Продолжительность контакта метанолсодержащей воды с катализатором составляет не менее 0,9 секунд. Эта временная характеристика обеспечивает достаточное время для протекания реакции окисления метанола до конечных продуктов.

Состав катализатора ИК 12-73:

Катализатор ИК 12-73 представляет собой сложную систему, разработанную специально для процессов каталитического окисления. Его состав включает несколько активных компонентов и определенный носитель,

которые обеспечивают высокую каталитическую активность и устойчивость к воздействию высоких температур. Основные компоненты катализатора ИК 12-73 включают Mg, Cu, Cr на носителе оксида алюминия (Al_2O_3). Данные компоненты намного удешевляют способ каталитического окисления в отличие от компонентов из благородных металлов. А оксид алюминия (Al_2O_3) часто используется в качестве носителя благодаря своей высокой механической прочности и устойчивости к термическим воздействиям.

3.1 Описание предлагаемого каталитического реактора с псевдооживленным слоем катализатора

Пример предлагаемого реактора взят с патента - RU2050969C1 «Реактор с псевдооживленным слоем катализатора» опубликованного 27.12.1997 года.

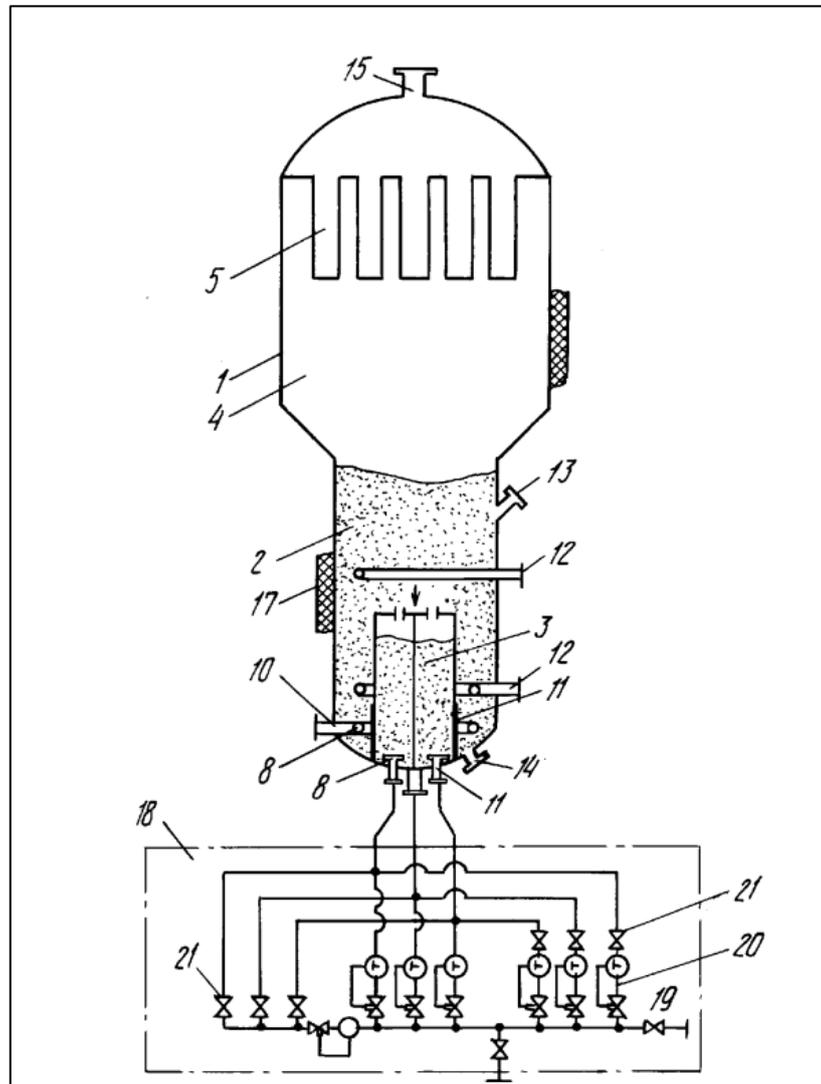


Рисунок 3.1 – Реактор каталитического окисления с псевдооживленным слоем катализатора

1. Корпус (1):

Основная структура реактора, изготовленная из материалов, устойчивых к высоким температурам и коррозии. Корпус содержит все внутренние компоненты и обеспечивает их механическую защиту.

2. Камера реакции с кипящим слоем катализатора (2):

Основная реакционная зона, где происходит каталитическое окисление метанола. В этой камере катализатор находится в состоянии псевдооживленного (кипящего) слоя, что улучшает контакт между реагентами и катализатором.

3. Камера регенерации катализатора (3):

Зона, где происходит регенерация катализатора после его использования в реакционной камере. Здесь удаляются отложения и восстановление активности катализатора.

4. Камера гравитационной сепарации продуктов реакции от пыли катализатора (4):

Отделение твердых частиц катализатора от газообразных продуктов реакции. В этой камере происходит осаждение пыли под действием гравитации.

5. Фильтр (5):

Система фильтрации для окончательного удаления мелких частиц катализатора из продуктов реакции перед их выводом из реактора.

6. Секции камеры регенерации (6):

Разделения внутри камеры регенерации, предназначенные для улучшения процессов регенерации катализатора, возможно, с различными температурными и газовыми условиями.

7. Теплопередающие перегородки камеры регенерации (7):

Перегородки, которые способствуют эффективной передаче тепла в камере регенерации, обеспечивая равномерное нагревание катализатора.

8. Распределители окислителя и сырья внутри камер 2 и 3 (8):

Устройства для равномерного распределения метанола (сырья) и окислителя (воздуха или кислорода) по всему объему камер, что улучшает эффективность реакций и регенерации.

9. Теплоизолирующий материал камеры 3 (9):

Изоляционные материалы, которые предотвращают теплопотери в камере регенерации, поддерживая необходимую температуру для регенерации катализатора.

10. Патрубок ввода сырья камеры 2 (10):

Трубопровод для подачи метанолсодержащей воды в камеру реакции.

11. Патрубок ввода окислителя в камеру 2 (11, 12):

Трубопроводы для подачи окислителя (воздуха или кислорода) в камеру реакции. Наличие нескольких патрубков обеспечивает равномерное распределение окислителя.

12. Патрубок загрузки катализатора в камеру 2 (13):

Трубопровод для загрузки свежего или регенерированного катализатора в реакционную камеру.

13. Патрубок выгрузки катализатора из камеры 2 (14):

Трубопровод для удаления использованного катализатора из реакционной камеры для его последующей регенерации.

14. Патрубок вывода продуктов реакции в камеру 1 (15):

Трубопровод для вывода газообразных продуктов реакции из камеры реакции в камеру сепарации.

15. Каналы в камере 2 (16):

Внутренние каналы, обеспечивающие циркуляцию газа и реагентов внутри камеры реакции, способствуя равномерному распределению и эффективной теплопередаче.

16. Теплоизоляция корпуса реактора (17):

Внешний слой изоляции корпуса реактора, предотвращающий теплопотери и обеспечивающий безопасность эксплуатации при высоких температурах.

17. Система подачи окислителя (18):

Общая система, обеспечивающая подачу окислителя в реактор, включающая все необходимые элементы для контроля и регулирования потока окислителя.

18. Входной патрубок в системе подачи окислителя (19):

Основной вход для подачи окислителя в систему подачи.

19. Регулятор расхода окислителя в системе подачи окислителя (20):

Устройство для контроля и регулирования количества подаваемого окислителя, обеспечивающее оптимальные условия для реакции.

20. Автоматические запорные клапаны в системе подачи окислителя (21):

Клапаны, которые автоматически контролируют подачу окислителя, обеспечивая безопасность и надежность работы системы.

Принцип работы реактора:

Метанолсодержащая вода подается через патрубок ввода сырья (10) в камеру реакции (2), одновременно через патрубки ввода окислителя (11, 12) подается окислитель. В камере реакции (2) метанол окисляется до углекислого газа и воды на кипящем слое катализатора, а газовые продукты реакции направляются через патрубок вывода (15) в камеру гравитационной сепарации (4), где твердые частицы катализатора отделяются от газообразных продуктов реакции и дополнительно очищаются с помощью фильтра (5). Изношенный катализатор выгружается из камеры реакции через патрубок (14) и направляется в камеру регенерации (3), где он восстанавливается и затем вновь загружается в реакционную камеру через патрубок (13). Система подачи окислителя (18) регулирует количество и подачу окислителя с помощью регуляторов расхода (20) и автоматических запорных клапанов (21), обеспечивая оптимальные условия для протекания реакции, а теплоизоляция корпуса (17) и камеры регенерации (9) предотвращает теплопотери и поддерживает необходимую температуру процесса.

3.2 Схема процесса очистки производственной сточной воды от метанола методом каталитического окисления

В данном проекте предлагается собственная схема процесса очистки производственной сточной воды от метанола методом каталитического окисления. Этот метод основан на использовании высокоактивного катализатора и реактора с псевдоожиженным слоем, что обеспечивает высокую степень конверсии метанола в углекислый газ и воду при оптимальных условиях процесса. Схема приводится в рисунке 3.2.

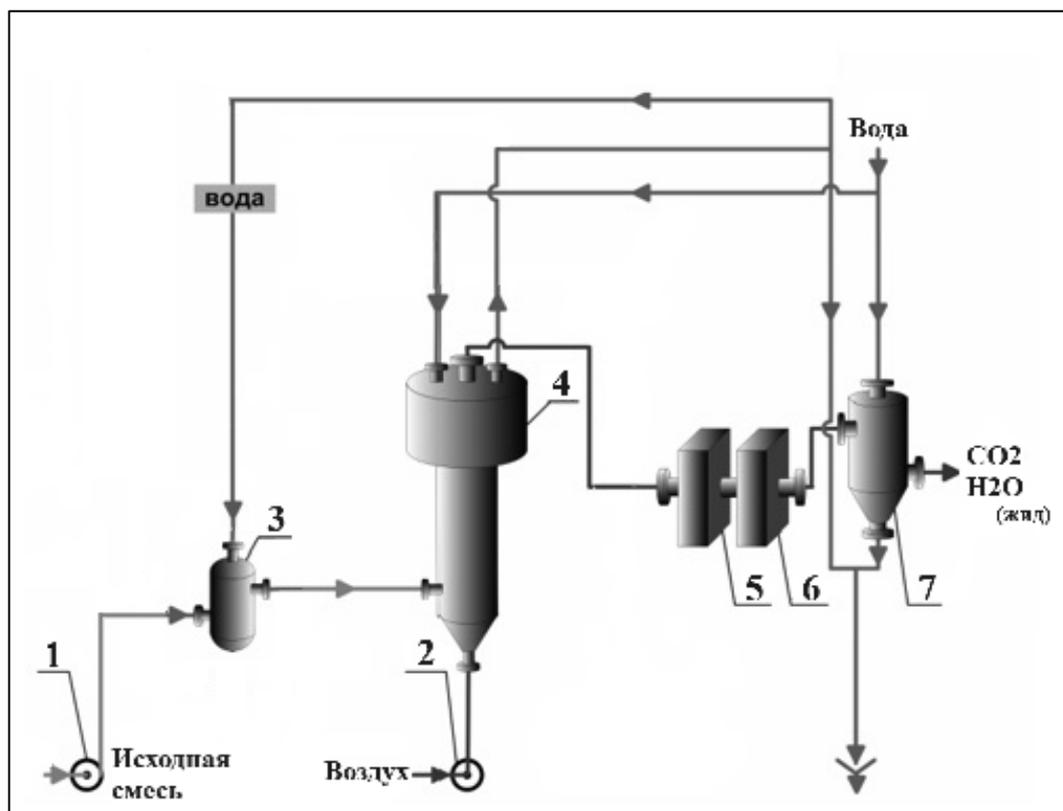


Рисунок 3.2 - схема процесса очистки производственной сточной воды от метанола методом каталитического окисления

- 1 – насос подачи исходной смеси (метанолсодержащей производственной сточной воды);
- 2 – насос подачи окислителя (воздуха), нагретого до 450°C;
- 3 – теплообменник-подогреватель, нагревающий исходную смесь до парогазового состояния;
- 4 – каталитический реактор с псевдоожиженным слоем катализатора;
- 5,6 – фильтры (сборник унесенных частиц катализатора);
- 7 – холодильник, отходящий парогазовой смеси.

Метанолсодержащая сточная вода подается насосом (1) в теплообменник-подогреватель (3), одновременно насосом (2) подается нагретый до 450°C воздух

в реактор. В теплообменнике-подогревателе (3) исходная смесь нагревается до парогазового состояния и затем подается в каталитический реактор (4), где метанол окисляется до углекислого газа и воды на псевдоожигенном слое катализатора при температуре 450°C. Продукты реакции проходят через фильтры (5, 6), где улавливаются унесенные частицы катализатора, затем очищенные газовые продукты направляются в холодильник (7), где происходит их охлаждение и конденсация паровой фазы. Углекислый газ и кислород выходят в газовом состоянии, а вода с незначительным содержанием метанола выходит в жидкой фазе.

3.3 Расчет требуемого количества окислителя и продукта в виде углекислого газа и воды

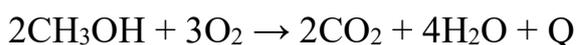
В данной части работы были приведены расчеты по вычислению количества кислорода необходимого для окисления метанола в заданной концентрации; по вычислению количества продукта каталитического окисления в виде углекислого газа и воды.

Исходные данные:

Возьмем расход сырья (сточной воды) за 130 м³/час (расход из последней стадии очистки УОВТП). Согласно таблице 2.9, возьмем концентрацию метанола в исходной смеси в виде средней фактической концентрации за 3 года – 35,8 мг/л. Эффективность реактора возьмем за 99,8%.

Вычислим количество требуемого кислорода (O₂) для окисления 35,8 мг метанола (CH₃OH). Для этого:

Запишем уравнение процесса горения метилового спирта:



1) Вычислим массу метилового спирта в 1л и переведем в граммы по формуле 1:

$$m = C * V \quad (1), \text{ где}$$

m – масса вещества;

C – концентрация вещества;

V – объем вещества.

Расчет:

$$m = \frac{35,8\text{мг}}{\text{л}} * 1\text{л} \div 1000 = 0,0358 \text{ г}$$

2) Определим молярные массы веществ:

$M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \text{ г/моль};$

$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}.$

2: 3) Вычислим количество метилового спирта (CH_3OH) в молях по формуле

$$v = \frac{m}{M} \quad (2), \text{ где}$$

v – количество вещества, в молях;

m – масса вещества;

M – молярная масса вещества.

Расчет:

$$v = \frac{0,0358 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,00111875 \text{ моль}$$

4) Составим пропорцию, по формуле 3:

$$\frac{v(\text{CH}_3\text{OH})}{2 \text{ моль}(\text{CH}_3\text{OH})} = \frac{x \text{ моль}(\text{O}_2)}{3 \text{ моль}(\text{O}_2)} \quad (3), \text{ где}$$

$v(\text{CH}_3\text{OH})$ – количество метанола в смеси;

$x \text{ моль}(\text{O}_2)$ – неизвестное количество кислорода;

$2 \text{ моль}(\text{CH}_3\text{OH})$ – количество метанола согласно стехиометрии;

$3 \text{ моль}(\text{O}_2)$ – количество кислорода согласно стехиометрии.

Расчет:

$$\frac{0,00111875 \text{ моль}(\text{CH}_3\text{OH})}{2 \text{ моль}(\text{CH}_3\text{OH})} = \frac{x \text{ моль}(\text{O}_2)}{3 \text{ моль}(\text{O}_2)}$$
$$x = \frac{0,00111875 \text{ моль} * 3 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 0,001678125 \text{ моль}(\text{O}_2)$$

5) Определим объем O_2 (1 моль $\text{O}_2 = 22,4 \text{ л}$) по формуле 4:

$$V(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) * 1 \text{ моль}(\text{O}_2) \quad (4), \text{ где}$$

$V(\text{O}_2)$ – объем кислорода;

$v(\text{O}_2)$ – количество кислорода.

Расчет:

$$V(O_2) = 0,001678125 \text{ моль} * 22,4 = 0,03759 \text{ л}$$

6) Вычислим сколько грамм кислорода в 0,03759 л (1 л = 1,427704608 г):

$$0,03759 \text{ л} * 1,427704608 \text{ г} = 0,0536674162 \text{ г}$$

Кислород является ограничивающим реагентом, так как его значение меньше.

7) Рассчитаем количество образующегося углекислого газа (CO₂) и воды (H₂O) по формулам 5 и 6:

По стехиометрии:



$$v_{CO_2} = \frac{2}{3} * v_{O_2} \text{ (5), где}$$

$v_{(CO_2)}$ – количество углекислого газа;

$v_{(O_2)}$ – количество кислорода.

Расчет:

$$\frac{2}{3} * 0,0016771 = 0,00111807 \text{ моль}$$

$$v_{H_2O} = \frac{4}{3} * v_{O_2} \text{ (6), где}$$

$v_{(H_2O)}$ – количество воды;

$v_{(O_2)}$ – количество кислорода.

Расчет:

$$\frac{4}{3} * 0,0016771 = 0,00223613 \text{ моль}$$

Результаты: количество образующегося углекислого газа (CO₂) и воды (H₂O) равно 0,00111807 моль и 0,00223613 моль соответственно.

8) Переведем количество вещества углекислого газа и воды в массу по формулам 7 и 8:

$M(CO_2) = 44 \text{ г/моль}$;

$M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}$.

$$m_{CO_2} = v_{CO_2} * M_{CO_2} \text{ (7), где}$$

$m_{(CO_2)}$ – масса углекислого газа;
 $v_{(CO_2)}$ – количество углекислого газа;
 $M_{(CO_2)}$ – молярная масса углекислого газа.

Расчет:

$$0,00111807 * 44 = 0,04919508 \text{ г}$$

$$m_{H_2O} = v_{H_2O} * M_{H_2O} \text{ (8), где}$$

$m_{(H_2O)}$ – масса углекислого газа;
 $v_{(H_2O)}$ – количество углекислого газа;
 $M_{(H_2O)}$ – молярная масса углекислого газа.

Расчет:

$$0,00223613 * 17 = 0,04025034 \text{ г}$$

Результаты:

- Масса получившегося углекислого газа CO_2 составляет 0,0492 г.;
- Масса получившейся воды H_2O составляет 0,0403 г.

9) Рассчитаем необходимый расход кислорода для окисления метанола при расходе сточной воды 130 м³/час по формуле 9:

$$m_{O_2} * Q_{\text{ст.воды}} \text{ (9), где}$$

m_{O_2} – масса кислорода;
 $Q_{\text{ст.воды}}$ – расход сточной воды.

Расчет:

$$0,0536674162 \text{ г} * 130000 \frac{\text{л}}{\text{час}} = 6976,8 \text{ г/час}$$

Результат: необходимый расход кислорода для окисления метанола при расходе сточной воды 130 м³/час равен 6 976,8 г/час.

10) Рассчитаем необходимый расход кислорода для окисления метанола при расходе сточной воды в день:

$$6976,8 \frac{\text{г}}{\text{час}} * 24 \text{ ч} = 167442,3 \text{ г} = 167,4 \text{ кг/день}$$

11) Рассчитаем выход углекислого газа при окислении метанола при расходе сточной воды 130 м³/час по формуле 10:

$$m_{CO_2} * Q_{ст.воды} \text{ (10), где}$$

m_{CO_2} – масса кислорода;

$Q_{ст.воды}$ – расход сточной воды.

Расчет:

$$0,04919508 \text{ г} * 130000 \frac{\text{л}}{\text{час}} = 6\,395,4 \text{ г/час}$$

Результат: выход углекислого газа при окислении метанола при расходе сточной воды 130 м³/час равен 6 395,4 г/час.

12) Рассчитаем выход углекислого газа при окислении метанола при расходе сточной воды в день:

$$6\,395,4 \frac{\text{г}}{\text{час}} * 24 \text{ ч} = 153\,488,6 \text{ г} = 153,5 \text{ кг/день}$$

13) Рассчитаем выход углекислого газа при окислении метанола при расходе сточной воды в год:

$$153,5 \frac{\text{кг}}{\text{день}} * 365 \text{ д} = 56\,027,5 \text{ кг} = 56 \text{ т}$$

14) Рассчитаем выход воды при окислении метанола при расходе сточной воды 130 м³/час по формуле 11:

$$m_{H_2O} * Q_{ст.воды} \text{ (11), где}$$

m_{H_2O} – масса воды;

$Q_{ст.воды}$ – расход сточной воды.

Расчет:

$$0,04025034 \text{ г} * 130000 \frac{\text{л}}{\text{час}} = 5232,5 \text{ г/час}$$

Результат: выход воды при окислении метанола при расходе сточной воды 130 м³/час равен 5232,5 г/час

15) Рассчитаем выход воды при окислении метанола при расходе сточной воды в день:

$$5232,5 \frac{\text{г}}{\text{час}} * 24 \text{ ч} = 125581,1 \text{ г} = 125,6 \text{ кг/день}$$

16) Исходя из эффективности реактора, вычислим концентрацию непрореагировавшего метанола, по формуле 12:

$$C_{\text{СНЗОН непрор.}} = C_{\text{СНЗОН}} - \eta \quad (12), \text{ где}$$

$C_{\text{СНЗОН}}$ – концентрация метанола;
 η – эффективность очистки реактора.

Расчет:

$$35,8 \frac{\text{мг}}{\text{л}} - 99,8\% = 0,0718 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$$

Результат: концентрация непрореагировавшего метанола равна 0,0718 мг/л

Выводы по главе 3:

Использование кипящего слоя катализатора позволяет достичь степени очистки сточных вод до 99,9% от загрязняющего вещества. Высокая эффективность процесса обусловлена следующими факторами:

- Оптимальная температура и время контакта, обеспечивающие полное окисление метанола.
- Равномерное распределение реагентов и продуктов в реакционной зоне благодаря псевдооживленному слою.
- Устойчивость катализатора к деактивации и его длительный срок службы.

Применение метода глубокого каталитического окисления метанола в псевдооживленном слое позволяет значительно увеличить срок службы катализатора ИК 12-73. Это снижает эксплуатационные расходы на замену и регенерацию катализатора, что повышает общую экономическую эффективность процесса. Дополнительным преимуществом является возможность использования метода для очистки сточных вод с низкими концентрациями метанола, что расширяет область применения технологии.

Метод глубокого каталитического окисления метанола до углекислого газа и воды на кипящем слое катализатора ИК 12-73 является высокоэффективной и экономически выгодной технологией для очистки сточных вод. Оптимизация условий процесса, таких как температура и время контакта, а также использование псевдооживленного слоя, позволяют достичь высокой степени очистки и длительного срока службы катализатора.

Исходя из концентрации метанола и расхода сточной производственной воды УКПНиГ «Болашак» можно сделать вывод, что при полном окислении спирта в объемах сбрасываемой воды с концентрацией загрязняющего вещества

равной 35,8 мг/л, получится достигнуть нормативов ПДК в соответствии с ЗРК. Для окисления метанола в концентрации 35,8 мг/л потребуется 167,4 кг/день, после процесса каталитического окисления в виде продукта углекислый газ в размере 153,5 кг/день, и соответственно 56 тонн CO₂ в год. Исходя из расчета концентрации непрореагированного метанола после каталитического окисления в реакторе, можно сделать вывод, что конечная концентрация метанола после очистки составит 0,0718 мг/л, что входит в предельно-допустимую концентрацию загрязняющих веществ в сточной воде сбрасываемой в водные объекты.

4 Технико-экономический расчет установки очистки сточных производственных вод от метанола методом каталитического окисления

4.1 Расчет капитальных вложений и амортизация основных фондов

При расчете капитальных затрат на строительство зданий и сооружений (таблица 4.1) определяется укрупненный показатель затрат на единицу строительного объема, включающий внеобъемные затраты и затраты на санитарно-технические и прочие работы.

Для определения строительного объема установки по очистке сточной производственной воды рассчитывается площадь в м², и высота в м. Площадь требуемой постройки рассчитывается на основании количества рабочих в одну смену и стандартной квадратуры на одного работника. Высота постройки определяется исходя из самого высокого оборудования в цеху.

Таблица 4.1 – Расчет капитальных затрат на строительство зданий и сооружений

Наименование зданий и сооружений	Стр-й объем м ³	Укр. стоим. ед. стр. работ,	Общ. стоим. стр. работ,	Сан-тех. и прочие работы ,25%	Итого тыс тг.	Внеобъемн затраты тыс тг, 15%	Полная сметная стоим.	Амортизационные отчисления	
								Норма, %	Сумма, тыс.тг
<i>Здания:</i>									
Здание	24 000	40 000	960 000	240 000	1 200 000	180 000	1 380 000	5	69 000
<i>Итого</i>	1 380 000								69 000
<i>Всего</i>	1 449 000 000,00 тг								
<i>Сооружения:</i>									
Автопроезды	600	38 000	22 800	5 700	28 500	4 275	32 775	5	1 638,75
Технол. труб-д	550	32 000	17 600	4 400	22 000	3 300	25 300	8,3	2 099,9
Водопрров.сети	400	20 000	8 000	2 000	10 000	1 500	11 500	5	575
<i>Итого</i>	69 575								4 313,65
<i>Всего</i>	73 888 650,00 тг								
<i>Полная сумма</i>	1 522 888 650,00 тг								

Для расчета капитальных затрат на оборудование (таблица 4.2) определяется оптовая цена единицы оборудования, включающая дополнительные затраты на доставку и монтаж и амортизационные отчисления.

Таблица 4.2 – Расчет капитальных затрат на оборудование

Наименование оборудования	Кол. ед.	Оптовая цена ед. оборуд., тыс.тг	Сумма затрат на приобретение тыс.оборудован	Дополнительные затраты на доставку и монтаж		Сметная стоимость тыс.тг	Амортизационные отчисления	
				%	тыс.тг		%	тыс.тг
<i>Основное технологическое оборудование</i>								
Насос	2	22 103	44 206	30	13 261,8	57 467,8	14	8 045,5
Теплообменник	1	12 000	12 000		3 600	15 600		2 184
Каталитический реактор	1	81 781,1	81 781,1		24 534,3	106 315,4		14 884,2
Фильтры	2	4 420,6	8 841,2		2 652,4	11 493,6		1 609,1
Холодильник отходящей парогазовой смеси	1	12 000	12 000		3 600	15 600		2 184
Итого	7		158 828,3		47 648,5	206 476,8		28 906,8
Всего	235 383 540,60 тг							
Неучтенное оборуд. 10%						20 647,7		2 890,7
КИП и СА 15%						30 971,5	15	4 336
Технолог. внутрице-ховые трубопроводы 15%						30 971,5		4 336
Инструменты, приспособления и производственный инвентарь 10%						20 647,7	10	2 890,7
Силовое эл. оборудование 2%						4 129,5	12	578,1
Итого						107 367,9		15 031,5
Всего	122 399 441,11 тг							
Полная сумма	357 782 981,71 тг							

Для сведения расчетов по затратам на оборудование и здания с сооружениями составляется сводная смета капиталовложений в проектируемый объект (таблица 4.3), включающая годовую сумму на амортизационные отчисления и удельные капиталовложения.

Таблица 4.3 – Сводная смета капиталовложений в проектируемый объект

Элементы основных фондов	Сметная стоим. основных фондов		Годовая сумма амортизационных отчислений, тыс.тг
	тыс тг	%	
Здания и сооружения	1 522 888 650,00	0,83	73 313 650,00
Оборудование	313 844 720,80	0,17	43 938 260,91
Итого	1 836 733 370,80	100,00	117 251 910,91

Численность производственных рабочих в одну смену составляет 15 человек, из которых 6 основных аппаратчиков, 2 вспомогательных слесаря и 2 вспомогательный электрик, и 5 инженеров-технологов. В таблице 4.4 указан фонд заработной платы за год.

Таблица 4.4 – Сводные показатели проектируемого объекта по труду и заработной плате

Категории работников	Списочная численность	Производительность труда, т/чел в год	Годовой фонд основной и дополнительной заработной платы, тыс.тг	Премии, тыс.тг	Годовой фонд заработной платы с учетом премии, тыс.тг	Среднегодовая зарплата, тыс.тг
	чел	%				
<i>Рабочие:</i>						
Всего:	10	0,67	40 137,60	14 048,16	54 185,76	4 013,76
Основные	6	0,40	30 103,20	10 536,12	40 639,32	5 017,20
Вспомогательные	2	0,13	4 068,00	1 423,80	5 491,80	2 034,00
Прочие вспомогательные	2	0,13	5 966,40	2 088,24	8 054,64	2 983,20
<i>ИТР, служащие</i>	5	0,33	23 730,00	8 305,50	32 035,50	4 746,00
<i>Всего трудящихся</i>	15	100,00	63 867,60	22 353,66	86 221,26	4 257,84

Таблица 4.5 и 4.6 составляется в виде сметы расходов на цех и на содержание и эксплуатацию оборудования.

Таблица 4.5 – Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Наименование статей расходов	Исходные данные для расчета	Сумма, тыс.тг
1.Содержание производственного оборудования	2% от стоимости оборудования	357 782,98
2.Основная и дополнительная зарплата дежурного и ремонтного персонала	Табл. 17	5 491,80
3.Отчисления во внебюджетный фонд	30% от зарплаты п.2	19 160,28
4.Текущий ремонт производственного оборудования и капитальный ремонт	7% от затрат на оборудование	14 453,38
5.Амортизация производственного оборудования	Табл. 16	43 938,26
6.Прочие расходы, связанные с содержанием и эксплуатацией оборудования	10%	20 647,68
<i>Итого</i>		461 474 376,92 тг

Таблица 4.6 – Смета цеховых расходов

Наименование статей расходов	Исходные данные	Сумма, тыс.тг
Содержание цехового персонала:		
1.Основная и дополнительная зарплата ИТР и служащих	Табл. 17	32 036,00
2.Основная и дополнительная зарплата вспомогательных рабочих	Табл. 17	8 054,64
3. Отчисления во внебюджетный фонд	30%	12 191,80
4. Содержание зданий и сооружений	2%	28 991,50
5. Текущий ремонт зданий и сооружений	6%	86 974,50
6. Амортизация зданий и сооружений	Табл. 16	73 313,65
7. Расходы по охране труда и ТБ	25%	21 555,32
8. Прочие общецеховые расходы	10%	144 957,50
<i>Итого</i>		408 074 910 тг

Вывод по 4 главе:

Исходя из проведенных технико-экономических расчетов, для постройки установки с учетом амортизационных и прочих расходов, понадобится – 1 522 888 650,00 тенге, на закупку требуемого оборудования с учетом амортизационных и прочих расходов, понадобится – 357 782 981,71 тенге. Годовой фонд зарплаты с учетом премии работников установки, составит – 86 221 260 тенге.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте проведено комплексное исследование проблемы очистки производственных сточных вод от метанола на установке комплексной подготовки нефти и газа (УКПНиГ) «Болашак» компании-оператора «North Caspian Operating Company» (NCOC). Важность этой темы обусловлена необходимостью соответствия требованиям экологического законодательства Республики Казахстан, в частности, статье 72, пункту 6 Водного кодекса, который обязывает водопользователей проводить водоохранные мероприятия, включая очистку сточных вод перед их сбросом в водные объекты.

1. В ходе исследования были рассмотрены различные технологии и методы, применяемые в промышленности для удаления метанола из сточных вод. Особое внимание уделено их эффективности, экономичности и возможности применения на установках аналогичного типа. Также была тщательно исследована действующая система очистки сточных вод на УКПНиГ «Болашак», включающая процесс удаления метанола. Выявлены слабые стороны и возможности для улучшения текущей технологии.

2. Проведён анализ данных экологического мониторинга за последние три года, выявивший превышение допустимых концентраций метанола в очищенной сточной воде. Эти данные подчёркивают необходимость разработки и внедрения более эффективных методов очистки. В связи с этим предложена технология очистки производственных сточных вод, основанная на методе глубокого каталитического окисления метанола до диоксида углерода и воды. Описан процесс каталитического окисления в реакторе с псевдоожиженным слоем катализатора, а также предложена схема технологического процесса. Проведён расчёт необходимого количества окислителя и ожидаемых продуктов реакции.

3. Дополнительно выполнен детальный технико-экономический расчёт, включающий оценку капитальных затрат, эксплуатационных расходов и амортизацию основных фондов. Результаты расчётов показали условные требуемые финансовые затраты для постройки цеха, закупки, установки и обслуживания требуемого технологического оборудования. Также произведен расчет фонда заработной платы штата сотрудников для работы предлагаемой установки по очистке сточной воды.

Внедрение данной технологии на установке «Болашак» позволит значительно снизить концентрацию метанола в сточных водах до уровня, соответствующего нормативам, что минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. Практическая значимость данного проекта заключается в возможности применения разработанных рекомендаций при реконструкции или модернизации существующей системы очистки сточных вод на УКПНиГ «Болашак». Это обеспечит соблюдение экологических норм и требований, повысит экологическую безопасность предприятия и внесёт вклад в устойчивое развитие нефтегазовой отрасли Казахстана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Водный кодекс с РК от 9 июля 2003 г, N 481-II;
- 2 Экологический кодекс РК от 2 января 2021 года No 400-VI ЗР.
- 3 Артеменко А. И. Органическая химия. — М.: Высшая школа, 1987. — 430 с.
- 4 Нейланд, О. Я. Органическая химия. — М.: Высшая школа, 1990. — 751 с.
- 5 Розенгарт В. И.; Егоров Ю. Л., Бережной Р. В. (суд.). Метиловый спирт // Большая медицинская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. Б. В. Петровский. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1981. — Т. 15: Меланома — Мудров. — С. 108—110. — 576 с.: ил.
- 6 Methanol in Fuel Cell Vehicles: Human Toxicity and Risk Evaluation (Revised), Prepared by Statoil, Norway, 2001.
- 7 Methanol, Health and Safety Guide (HSG 105, 1997), International Programme on Chemical Safety (IPCS), <http://www.inchem.org/>.
- 8 Ованесянц А.М., Красильникова Т.А., Иванов А.Б. О загрязнении природной среды и радиационной обстановке на территории Российской Федерации в июне 2007 г. // Метеорология и гидрология. 2007. № 9. С. 100-105.
- 9 Дмитриевская Е.С., Красильникова Т.А., Маркова О.А. О загрязнении природной среды и радиационной обстановке на территории Российской Федерации в марте 2014 г. // Метеорология и гидрология. 2014. № 6. С. 103-110.
- 10 Evaluation of the Fate and Transport of Methanol in the Environment, prepared by Malcolm Pirnie, Inc. for the Methanol Institute, 1999, available from <http://www.methanol.org/>.
- 11 Beyond the Internal Combustion Engine: The Promise of Methanol Fuel Cell Vehicles, Brochure published by the American Methanol Institute, available from: <http://www.methanol.org/>.
- 12 Ола Дж., Губерт А., Пракаш Г. Метанол и энергетика будущего. Когда закончатся нефть и газ: Пер. с англ. – М.: Лаборатория знаний, 2015. – 416 с.
- 13 Истомин В.А., Минигулов Р.М., Грицишин Д.Н., Квон В.Г. Технологии предупреждения гидратообразования в промышленных системах: проблемы и перспективы // Газохимия. 2009. № 6. С. 32-40.
- 14 Андреев О.П., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Арабский А.К., Маклюк О.В. Решение проблемы геоэкологических рисков в газовой промышленности. Обзорная информация. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. 78 с.
- 15 Малютина Н.Н., Тараненко Л.А. Патофизиологические и клинические аспекты воздействия метанола и формальдегида на организм человека // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. 11 с.
- 16 Приказ Министерства здравоохранения Республики Казахстан от 2 августа 2022 года № ҚР ДСМ-70. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 3 августа 2022 года № 29011

17 Акопова Г.С., Ильченко В.П., Попадько Н.В. Производственные сточные воды газовой отрасли: источники образования, состав, очистка и утилизация // Газовая промышленность. 2003. № 6. С. 76-78.

18 Абуталиева И.Р., Исакова В.В. Освоение газоконденсатных месторождений как фактор изменения геосистем Астраханского Прикаспия // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2010. № 2. С. 7-12.

19 Пухлий В.А., Журавлев А.А., Померанская А.К., Пухлий П.В. Очистка сточных вод от метанола и ацетона // Энергетические установки и технологии. 2016. Т. 2. № 2. С. 68-77.

20 Медведев Ю.В., Польшгалов Ю.И., Ерофеев В.И., Ерофеев М.В., Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф., Истомин В.А. Облучение метанольных растворов Хе2- и КrСl-эксиллампами барьерного разряда // Газовая промышленность. 2005. № 2. С. 63-65.

21 Бренчугина М.В., Буйновский А.С., Исмагилов З.Р., Кузнецов В.В. Разработка технологии очистки производственных вод газоконденсатных месторождений от метанола // Известия Томского политехнического университета. 2007. Т. 311. № 3. С. 64-68.

22 Мурзаков Б.Г., Акопова Г.С., Маркина П.А. Очистка метанолсодержащих вод с помощью биологических препаратов // Газовая промышленность. 2005. № 12. С. 58-60.

23 Мурзаков Б.Г., Акопова Г.С., Маркина П.А. Выделение метилотрофных бактерий из микробиоценоза метанолсодержащих вод // Газовая промышленность. 2006. № 3. С. 83-85.

24 Проект нормативов допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ, поступающих в накопительные секции ПРЖТО с очищенными производственными сточными водами УКПНиГ «Болашак» на 2024 год. – Разработчик ТОО «SED».

25 Костюк, Л.В. Экономика и управление производством на химическом предприятии: учебное пособие / Л. В. Костюк. – 2-е изд., испр. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011. - 323 с

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Динамика концентраций загрязняющих веществ в накопительных секциях ПРЖТО

Загрязняющее вещество (ЗВ)	Концентрация ЗВ, мг/л						Средняя за 3 года	ЭНК*
	1 год		2 год		3 год			
	I полугодие 2021 года	II полугодие 2021 года	I полугодие 2022 года	II полугодие 2022 года	I полугодие 2023 года	II полугодие 2023 года		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
PLWDA1								
рН	9.30	8.69	8.80	9.20			9.00	-
Взвешенные вещества	110.00	560.00	410.00	470.00			387.50	-
Сухой остаток	4392.00	5695.00	2674.00	5226.00			4496.75	-
Железо общее	0.82	7.00	4.25	1.25			3.33	-
Нефтепродукты	0.68	1.06	5.50	3.70			2.74	-
Сероводород	17.01	2.66	3.70	0.16			5.88	-
Метанол	48.00	4.28	8.10	2.80			15.79	-
PLWDA2								
рН	9.10	8.70	8.40	9.00	8.50	9.10	8.80	-
Взвешенные вещества	110.00	450.00	330.00	450.00	440.00	460.00	373.33	-
Сухой остаток	4550.00	5820.00	2970.00	5272.00	0.00	4344.00	3826.00	-
Железо общее	0.91	3.35	3.92	1.15	0.68	1.00	1.84	-
Нефтепродукты	1.31	0.91	5.10	3.00	3.80	1.20	2.55	-
Сероводород	31.19	2.99	9.00	0.27	5.50	1.40	8.39	-
Метанол	45.00	1.90	8.80	1.00	28.00	3.40	14.68	-
PLWDA3								
рН				8.90	8.50	9.10	8.83	-
Взвешенные вещества				1300.00	440.00	460.00	733.33	-
Сухой остаток				11832.00	0.00	4344.00	5392.00	-
Железо общее				16.35	0.68	1.00	6.01	-
Нефтепродукты				1.60	3.80	1.20	2.20	-
Сероводород				0.36	5.50	1.40	2.42	-
Метанол				2.50	28.00	3.40	11.30	-
PLWDA4								
рН	8.94	9.00	8.70	9.20	8.80	9.40	9.01	-
Взвешенные вещества	360.00	1100.00	710.00	580.00	4400.00	460.00	1268.33	-
Сухой остаток	6740.00	8805.00	4727.00	10040.00	0.00	15776.00	7681.33	-
Железо общее	1.36	4.08	2.41	5.40	0.73	0.48	2.41	-
Нефтепродукты	0.70	1.20	1.80	0.81	3.20	0.10	1.30	-
Сероводород	4.91	0.15	0.12	0.03	0.24	0.02	0.91	-
Метанол	37.00	2.95	2.40	2.30	1.00	1.00	7.78	-
PLWDA5								
рН	9.15	8.90	8.90	9.00	8.60	9.20	8.96	-
Взвешенные вещества	440.00	830.00	440.00	680.00	730.00	940.00	676.67	-
Сухой остаток	9132.00	11315.00	3120.00	7992.00	0.00	10017.00	6929.33	-

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Продолжение таблицы А.1

Железо общее	1.06	3.73	3.32	0.57	0.81	0.55	1.67	-
Нефтепродукты	0.32	1.22	0.69	4.00	0.32	2.10	1.44	-
Сероводород	2.66	0.37	0.71	0.30	0.48	0.19	0.79	-
Метанол	34.00	5.06	7.40	11.00	1.00	1.00	9.91	-
PLWDA6								
рН	9.10	8.76	8.70	9.00	8.80	9.20	8.93	-
Взвешенные вещества	2200.00	256.00	900.00	1300.00	820.00	920.00	1066.00	-
Сухой остаток	48672.00	51156.00	10127.00	13746.00	0.00	7604.00	21884.17	-
Железо общее	1.12	1.60	3.83	0.31	0.74	0.64	1.37	-
Нефтепродукты	4.55	5.06	2.20	2.30	0.27	2.30	2.78	-
Сероводород	4.25	0.00	0.35	0.10	0.07	0.14	0.82	-
Метанол	38.00	2.21	4.70	4.90	1.00	1.00	8.64	-
PLWDA7								
рН	9.16	8.89	9.00	9.00	9.20		9.05	-
Взвешенные вещества	1900.00	180.00	4800.00	5000.00	4800.00		3336.00	-
Сухой остаток	36528.00	37596.00	27318.00	48836.00	0.00		30055.60	-
Железо общее	1.15	0.37	4.49	1.60	1.30		1.78	-
Нефтепродукты	3.58	3.71	1.20	2.90	0.89		2.46	-
Сероводород	15.26	0.00	0.08	0.09	0.04		3.09	-
Метанол	26.00	1.11	2.90	1.00	6.10		7.42	-
PLWDA8								
рН	9.13	8.85	8.80	9.00	9.10	9.00	8.98	-
Взвешенные вещества	1900.00	142.00	1500.00	3000.00	5300.00	2300.00	2357.00	-
Сухой остаток	35782.00	37158.00	14500.00	26680.00	0.00	0.00	19020.00	-
Железо общее	1.21	0.64	2.90	1.00	2.20	1.20	1.53	-
Нефтепродукты	3.11	6.02	2.60	2.90	0.77	0.68	2.68	-
Сероводород	11.23	0.00	0.07	0.12	0.07	0.21	1.95	-
Метанол	33.00	1.84	1.50	1.00	5.30	1.00	7.27	-
PLWDA9								
рН	0.00	0.00	8.50	9.00	8.90	9.40	5.97	-
Взвешенные вещества	0.00	0.00	1300.00	2000.00	2000.00	260.00	926.67	-
Сухой остаток	0.00	0.00	13340.00	22446.00	0.00	16820.00	8767.67	-
Железо общее	0.00	0.00	3.25	13.90	2.70	1.10	3.49	-
Нефтепродукты	0.00	0.00	2.30	3.00	0.89	0.67	1.14	-
Сероводород	0.00	0.00	0.98	0.47	0.04	0.29	0.30	-
Метанол	0.00	0.00	1.90	1.00	1.00	1.00	0.82	-

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект

Каримова Александра Руслановича

ОП 6В05205 –Химическая и биохимическая инженерия

на тему: «Разработка рекомендаций по очистке производственных сточных вод УКПНиГ
«Болашак»

Замечания по работе

Дипломный проект состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованной литературы из 25 источников и приложения и выполнен на 63 страницах машинописного текста.

Актуальность темы дипломного проекта обусловлена необходимостью соответствия экологическим требованиям и стандартам, что особенно важно для нефтегазовой отрасли Казахстана. Работа соответствует современным тенденциям развития науки и практики, исследуя методы очистки сточных вод от метанола на установке «Болашак», что имеет важное значение для экологической безопасности и устойчивого развития региона.

В дипломном проекте сделан анализ существующих методов очистки сточных вод, изучена технология очистки на УКПНиГ «Болашак» и проведен детальный анализ данных производственного мониторинга. Особое внимание уделено разработке и обоснованию технологии глубокого каталитического окисления метанола, что позволяет значительно снизить его концентрацию в сточных водах до нормативных значений.

Дипломный проект хорошо структурирован, все разделы логически связаны между собой, в конце каждого раздела представлены выводы, материал изложен последовательно.

Теоретическая часть работы демонстрирует понимание студентом темы и отражает основные тенденции и методы очистки производственных сточных вод. В работе хорошо видна работа студента с аналитическими данными. В конце раздела приведен технико-экономическое обоснование предлагаемого мероприятия с расчетом капитальных затрат, эксплуатационных расходов и амортизацию основных фондов. Обобщения и выводы дипломного проекта соответствуют рассматриваемой теме.

Автор продемонстрировал понимание целей и задач дипломной работы, показал хорошую теоретическую подготовку в области очистки сточных вод. Дипломный проект имеет теоретическое и практическое значение.

Оценка работы

Дипломный проект оценивается на 95 баллов (А), а ее автор Каримов Александр Русланович заслуживает присуждения академической степени бакалавр естественных наук по ОП 6В05205–Химическая и биохимическая инженерия.

Рецензент,
ст. преподаватель кафедры
ЮНЕСКО по устойчивому развитию
КазНУ имени аль-Фараби, к.т.н.

«04» 06 2024 г.



Б.Х. Тусупова

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу

(наименование вида работы)

Каримова Александра Руслановича

(Ф.И.О. обучающегося)

6В05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

(шифр и наименование ОП)

Тема: «Разработка рекомендаций по очистке производственных сточных вод УКПНиГ
“Болашак»

Цель проекта: разработка рекомендаций по очистке производственных вод УКПНиГ «Болашак» компании-оператора «North Caspian Operating Company» (NCOC) для снижения фактической концентрации загрязняющих веществ в очищенных сточных водах перед сбросом в искусственные пруды накопители (ПРЖТО). Перед дипломником были поставлены следующие задачи:

- 1) Проанализировать существующие методы очистки производственных сточных вод от метанола;
- 2) Изучить существующую технологию очистки производственных сточных вод УКПНиГ «Болашак»;
- 3) Проанализировать данные мониторинга программы экологического контроля за ближайшие три года;
- 4) Разработать рекомендации с использованием технологии по снижению концентрации метанола в производственной сточной воде УКПНиГ «Болашак» до допустимых значений;
- 5) Рассчитать технико-экономическое сопровождение предлагаемой технологии.

Все поставленные задачи Каримов А. выполнил на высоком профессиональном уровне, грамотно выполнил анализ из огромного объема литературных источников по опыту ближнего и дальнего зарубежья, самостоятельно сделал выводы и применил российский опыт в реалиях нынешней ситуации для НКОК. В процессе работы обучающийся проявил самостоятельность, аналитические и креативные способности и показала отличные знания по дисциплинам в рамках ОП 6В05205 – «Химическая и биохимическая инженерия».

В целом работа выполнена в соответствии со стандартами, и заслуживает оценки «отлично» (95 баллов, А).

Научный руководитель

асс. профессор, к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



Нурмакова С.М.

(подпись)

«05» июня 2024 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Каримов Александр Русланович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломный проект

Название работы: Разработка рекомендаций по очистке производственных сточных вод на УКПНиГ "Болашак"

Научный руководитель: Сауле Нурмакова

Коэффициент Подобия 1: 11.5

Коэффициент Подобия 2: 5

Микропробелы: 8

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 7.06.2024 г.

Заведующий кафедрой *Ку*
Кудекова Ш.Н.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Каримов Александр Русланович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломный проект

Название работы: Разработка рекомендаций по очистке производственных сточных вод на УКПНИГ "Болашак"

Научный руководитель: Сауле Нурмакова

Коэффициент Подобия 1: 11.5

Коэффициент Подобия 2: 5

Микропробелы: 8

Знаки из здругих алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование: *Уровень подобия не превышает допустимого предела*

Дата 07.06.2024

Сарсенбаев С.О. проверяющий эксперт
(Сарсенбаев С.О.)