

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

Институт химии и инженерной технологии

(наименование института полностью)

Кафедра «Химическая технология и ресурсосбережение»

(наименование)

18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Совершенствование технологии утилизации нефтешлама за счет использования ультразвукового воздействия

Студент

В.П. Савельев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, П.А.Мельников

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

АННОТАЦИЯ

Бакалаврскую работу выполнил: Савельев В.П.

Тема работы: «Совершенствование технологии утилизации нефтешлама за счет использования ультразвукового воздействия»

Научный руководитель: к.т.н., доцент, Мельников П.А.

Бакалаврская работа изложена на 57 страницах включая приложение, 19 таблицы, 2 рисунка и список литературы из 25 используемых источников.

Цель бакалаврской работы: повышение эффективности технологии утилизации нефтешлама за счет применения ультразвукового воздействия.

Бакалаврская работа состоит из введения, двух разделов, заключения и списка используемых источников и литературы. Во введении сформулированы цель и задачи исследования, обоснована актуальность выбранной темы.

В первой части рассмотрен теоретический анализ и литературный обзор в области методов обезвреживания нефтешламов, позволяющие доказать необходимость обезвреживания данного вида отхода.

Во второй части рассмотрен технологический процесс, основанный на реализации способа ультразвукового разрушения стойких нефтесодержащих дисперсий в водном растворе соответствующей композиции реагентов, с последующим разделением фаз.

В заключении отражены основные выводы о проделанной работе.

Содержание

Введение.....	4
1 Литературный обзор.....	5
2 Технологическая часть.....	16
2.1 Технологическая установка по переработке нефтешлама.....	16
2.1.1 Принцип разрушения эмульсии.....	17
2.1.2 Описание технологии переработки нефтесодержащих отходов.....	22
2.1.3 Описание отдельных элементов, блоков установки переработки нефтешламов.....	23
2.2 Расчет материального баланса установки.....	28
2.3 Расчет теплового баланса установки.....	33
2.4 Расчет параметров работы ультразвукового диспергатора.....	41
2.5 Воздействие установки на атмосферный воздух.....	43
2.6 Воздействие на водные и земельные ресурсы.....	47
Заключение.....	49
Список используемой литературы и используемых источников.....	51
Приложение А Схема переработки нефтешлама.....	54
Приложение Б Схема обработки и утилизации нефтешлама.....	55
Приложение В Схема системы утилизации мокрых углеродсодержащих отходов.....	56
Приложение Г Технологическая схема утилизации твердых нефтешламов.....	57

Введение

Нефтяная промышленность считается потенциально опасной для окружающей среды. Это обусловлено токсичностью добываемых веществ, используемых в технологических процессах. Одним из существенных источников загрязнения окружающей среды является содержание нефтешламовых амбаров.

В процессе использования нефтяных месторождений неминуемо образование устойчивых водных и нефтяных эмульсий. Накопление и хранение нефтешламов осуществляется в открытых резервуарах - нефтешламовых амбарах разнообразной конструкции, которые оказывают значительное воздействие на окружающую среду [3].

В связи с постоянно растущими требованиями к охране окружающей среды вопрос утилизации нефтешламов и ликвидации нефтешламовых амбаров из года в год приобретает все наибольшую значимость. Современные, инновационные методы утилизации нефтешламов недостаточно технологичны и энергоемки и требуют существенных капиталовложений.

Проблема создания результативных, экологически безопасных технологий переработки и утилизации нефтешламов, а также ликвидации амбаров для хранения нефтепродуктов достаточно остро стоит в нефтедобывающих регионах России и требует оперативного решения.

Цель работы: повышение эффективности технологии утилизации нефтешлама за счет применения ультразвукового воздействия.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- изучить существующие методы и технологии утилизации н/лама;
- изучить условия образования нефтешлама в промысловых условиях и определить их физико-химические свойства;
- подобрать структуру технологической схемы установки утилизации нефтешлама;
- провести экологическую оценку предложенной технологии.

1 Литературный обзор

Нефтешламы - это устойчивые эмульсии, которые изменяют свои свойства с течением времени и под воздействием разнообразных процессов, протекающих в них. Из-за уплотнения и упрочнения оболочек на каплях воды, окисления, осмоления, испарения фракций происходит их естественное старение. Асфальтены и смолы переходят в иное качество. Образуются коллоидно-мицеллярные конгломераты, попадают дополнительные механические примеси неорганического происхождения [19].

В своей структуре нефтешламы имеют значительное количество асфальтосмолистых и апрафиновых веществ. Они образуются в результате зачисток отложений в резервуарах для хранения нефти.

Нефть, нефтепродукты, химические реагенты различной природы входящие в состав буровых нефтешламов являются главными элементами негативно влияющими на окружающую среду.

В процессе переработки нефти образуются смеси осадков, пены, эмульсий, которые и представляют из себя нефтешламы.

Они копятя и сохраняются в стальных резервуарах (ловушечные), земляных или железобетонных амбарах, шламонакопителях с гидроизоляцией или без нее (амбарные).

При долгом хранении нефтешламы делятся на слои, каждый из которых обладает определенными свойствами[4].

Наверху находится слой, принадлежащий к классу эмульсий «вода в масле». Он состоит из масел (60-80%), асфальтенов (5-25%), смол (8-20%), парафинов (1-5%), воды (менее 8%), обводненного нефтяного продукта, который содержит до пяти процентов тонкодисперсных механических примесей.

Далее идет слой, принадлежащий к классу эмульсий «масло в воде». В его состав входит вода (70-80%) и механические примеси (1,6-15%). Он находится по середине и имеет незначительный размер. Затем идет слой, со-

стоящий из минерализированной воды (плотность 1,02 до 1,18 г/см³). Следующий слой – придонный, содержащий в себе механические примеси (51-89%), воду (до 25%) и органику (до 45%).

На поверхности резервуаров для хранения нефти возможно встретить слой воды или достаточно чистых нефтяных продуктов. Это возможно потому что их структура зависит от длительности хранения и условий производства.

В зависимости от физических и механических свойств могут использоваться разные приемы для зачистки и переработки разных типов нефтешлама. Чаще всего, они просто перемещаются из резервуаров с помощью насосов, так как представляют из себя жидковязные продукты, состоящие из органики, воды и примесей.

Широкий спектр физико-химических качеств нефтешламов предопределяет многообразие технологий их утилизации. В общем, их можно разделить на индустриальные и утилизационные методы.

К индустриальным относят те способы, при которых отходы перерабатываются по схемам и на оборудовании, аналогичным применяемым для получения товарной продукции из первичного сырья. Способы, продвигающиеся только в процессах переработки вторичного сырья или защиты окружающей среды получили название - утилизационные методы [7].

Способы утилизации нефтешламов можно разделить на две категории - с разрушением эмульсии и без разрушения.

В первой категории (с разрушением эмульсии) продукцией являются сырьевые материалы, доведенные до определенного качества.

При применении метода утилизации нефтешламов без разрушения эмульсии, используются добавки, которые снижают свойства или приводят к удорожанию себестоимости конечной продукции.

Распад эмульсий осуществляется физическими и химическими методами воздействия. В таблице 1 представлены принципы утилизации нефтешлама [18].

Таблица 1 – Классификация методов утилизации нефтешламов

Физические воздействия				Химические воздействия	
Тепловое	Силовое	Электрополевое	Механическое	Присадки	Нейтрализация присадок
Нагрев	Центробежные силы	Электростатические поля	Перемешивание	Применение деэмульгаторов	Растворение
	-	Применение ВЧ и СВЧ, электромагнитных колебаний	Использование гидродинамических эффектов	Применение диспергентов	Коагуляция
	-	Применение ультразвуковых волн	Промывка в воде	-	Флотация
	-	Применение акустических волн	Фильтрация под давлением	-	-
	-	Воздействие магнитным полем	-	-	-

Полный процесс переработки и утилизации нефтешлама можно представить в виде схемы (рисунок 1), в которой поочередно располагаются главные этапы

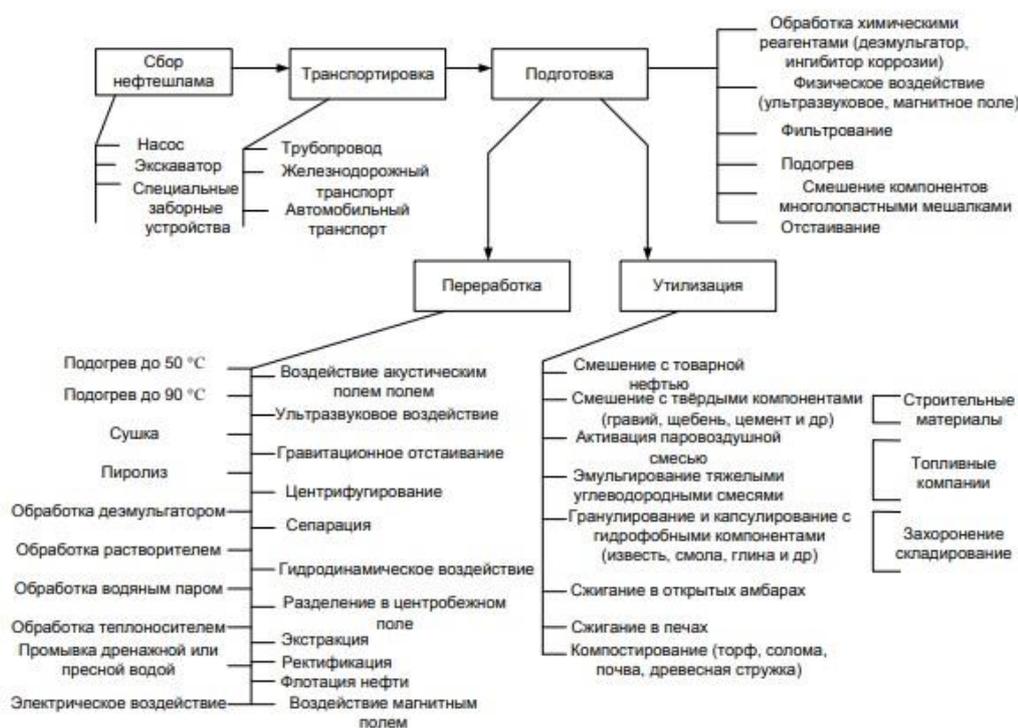


Рисунок 1 - Схема сбора, транспортировки, подготовки, переработки и утилизации нефтешлама

Термические методы утилизации нефтешламов.

Метод, в основе которого лежат различные высокотемпературные процессы с помощью которых утилизируют твердые и жидкие отходы, ранее был наиболее распространен в отечественной и зарубежной промышленности из-за простоты технологии. Но в связи с высокими требованиями к защите окружающей среды данные способы заметно подорожали и объемы их использования значительно снизились.

Печи с кипящим псевдоожиженным слоем и барабанного типа используются для сжигания твердых нефтесодержащих отходов наиболее часто. Кварцевый песок, приводимый во взвешенное состояние потоком воздуха используется для формирования кипящего слоя.

Двухступенчатое сжигание применяется для снижения выбросов оксидов азота. На первой стадии производится тепловое разложение, а образующийся пиролизный газ сжигается с помощью вторичного воздуха, подаваемого в печь. Регулирование температуры на уровне от 843 до 923 К (от 570 до 650 °С) осуществляется впрыском горячей воды [2].

Двухступенчатое совместное сжигание твердых, жидких и пастообразных отходов, используемое для уменьшения вредных выбросов происходит в печах барабанного типа при температуре 1073 -1573 К (от 900 до 1300 °С).

Пиролиз - это деструкция органической части шлама с ограниченным доступом воздуха при температуре от 773 до 823 К (от 500 до 550 °С) с получением твердого остатка и горючих газов. С помощью этого способа можно использовать органические отходы как дополнительное топливо. Примером тому служит смола, которая получилась в результате пиролиза. Ее можно использовать для производства бензина, керосина, топлива и лекарственных препаратов. Теплота сгорания газа пиролиза - 2000 - 6500 кДж/м³.

Его высокоразвитая структура, имеющая удельную массу 0,34 – 0,4 г/см³, дает возможность использовать твердый остаток в качестве сорбента для очистки сточных вод [13].

Химические методы утилизации нефтешламов.

Для переработки и утилизации нефтешламов применяют химические реагенты. Они дают возможность полностью обезвредить отходы и использовать их повторно.

Например, сухой порошок, обладающий водоотталкивающими свойствами, который можно использовать в строительстве. Он получается в результате смешения нефтешлама окисью щелочноземельного металла и ПАВ в соотношении отходы реагент 1:1 – 10.

Специалистами немецкой фирмы «Meisner Grundbau» разработана технология химической обработки и обезвреживания нефтесодержащих отходов, которая заключается в смешивании негашеной извести с нефтешламами. В итоге получается мелкогранулированный коричневый порошок, который нейтрален в отношении воздействия на воду и почву [12].

Физические и физико-химические методы утилизации нефтешламов.

Отделение воды и твердых остатков с целью извлечения нефтяной части с помощью физическо-химического воздействия, является одним из самых перспективных направлений утилизации нефтешламов.

Существуют эмульсии, освобожденные от свободно отстоявшейся воды, которые не разрушаются при использовании традиционного термохимического способа. Для разрушения таких эмульсий разработаны следующие технологические процессы:

- отпарка воды и легких фракций углеводородов;
- компаундирование нефтешлама с тяжелыми углеводородными фракциями с получением топливных композиций;
- центрифугирование;
- пресс-фильтрование.

Технология отпарки воды и легких фракций углеводородов из нефтешлама заключается в нагреве эмульсионного нефтешлама в теплообменнике типа «труба в трубе», при этом происходит испарение всей находящейся в нефтешламе воды [16].

В развитых зарубежных странах разрабатываются и используются разные виды установок переработки и утилизации нефтешламов [21]. Чаще всего используются технологические процессы пресс-фильтрования и разделения фаз [23]. В последние годы в России также началась разработка таких технологий.

Технология переработки нефтешламов на базе установки СЕПС.

Установка СЕПС [14] является трехфазным сепаратором, состоящим из трех частей - вакуумного осушителя, котла и сепарационной камеры с осушителем.

В установке для сепарации нефтешлам подается в котел, где происходит его разделение на составляющие с помощью острого пара и центробежных сил. Это происходит за счет кинетической энергии частиц, направляемых в тангенциальном направлении под высоким давлением. Такие установки более производительны и менее энергозатратны.

Сепарационная камера оборудована отбойниками, где происходит отделение воды от нефти. Нефтяная фаза, пройдя через выпариватель и отбойник, поступает в емкость товарной нефти или нетоварной, в зависимости от соответствия заданным техническим условиям.

Результаты моделирования данного технологического процесса в лабораторных условиях не дали положительных результатов – остаточное содержание в продукции воды и механических примесей не удовлетворяет техническим условиям.

Установка переработки нефтешлама фирмы «Альфа-Лаваль».

Установка [15] основана на принципе раздела фаз в поле центробежных сил. В России эти установки эксплуатируются на десяти предприятиях – нефтеперерабатывающих заводах Ярославля, Омска, Новокуйбышевска, Орска, Котово и нефтепарков в Самотлоре, Усинске, Одессе.

Подготовленный нефтешлам поступает на декантор типа SONX-418B-316 с номинальной производительностью до 15 м³/час. Там происходит задержка и превращение большей массы примесей в крек. Для улучшения сте-

пени сепарирования нефтешлама возможно добавлять в него реагенты. Далее жидкая фаза находится в промежуточном отсеке, оттуда с помощью насоса перемещается в теплообменник, в котором нефтешлам нагревается до температуры от 353 до 371 К (от 80 до 98 °С). В высокоскоростном релъчатом сепараторе OFPX-413 TFD-24 нефтешлама сепарируется на три фазы: нефть, воду и мелкодисперсные механические примеси. Далее разделенная нефть с помощью насоса поступает в резервуар с товарной нефтью, а вода - в отстойник.

Опытно-промышленные испытания установки не дали положительных результатов: при работе НШУ на производительности от 5 до 10 м³/час достигнуть качества продукции по не удалось.

Установка переработки нефтешлама фирмы Andritz CPE.

Фирма Andritz CPE [20] выпускает горизонтальные ленточные фильтры-прессы с шириной ленты от 0,5 до 3 м, производительностью от 1 до 17 м³/час нефтешлама. Исполнение может быть мобильным, полустационарным и стационарным.

В приемнике-усреднители нефтешлам и ловушечная нефть смешиваются с кондиционером, после чего они отправляются в мешалки, куда может добавляться реагент – деэмульгатор.

Флокулянт (Седипур 26 АФ 0,2 кг/ м³) добавляется в поток шлама с помощью устройства для дозирования. Далее нефтяной шлам, предварительно подготовленный, вместе с раствором хлорида железа попадает на ленточный фильтр-пресс. Твердый осадок, прошедший фильтрацию, подвергается захоранению, а нефть отправляется на очистку.

Смешивание с фильтрующими материалами (кондиционирование), после которого и проводится операция отеделения воды и получения нефти на ленточных горизонтальных фильтр-прессах, и является харктерной особенностью данного процесса.

Далее нефть отправляется на нефтеперерабатывающие заводы для получения мазутов.

Компания ООО «НПП Нефтегаз инжиниринг» предлагает установку утилизации нефтешлама на основе горизонтальный декантерных центрифуг (Приложение А).

Сначала нефтешлам перемещается из бункера, выполняющего функцию сбора и подогрева, с помощью насоса в резервуар РВС-1. Оттуда перемещается в емкость Е-1, где происходит процесс нагревания и смешивания с циркулирующим шламом. Далее он разделяется на фугат и осадок на установке декантерных центрифуг. Осветленный продукт (фугат) обезвоживается и выгружается через специальные порты [10].

УГНТУ разработал способ обработки утилизации нефтешламов (Приложение Б), согласно которому исходный продукт в зависимости от своего состава подвергается следующим видам обработки: центрифугирование, экстракция, выделение тяжелых металлов, компостирование, изготовление гидролизационных материалов, утилизация на полигонах [17].

Система утилизации мокрых углеродосодержащих отходов (Приложение В).

Данное изобретение можно использовать при утилизации гидрошламов, нефтешламов и сточных вод. Она включает в себя топку и решетку с соплами. Сопла выполнены с возможностью подачи теплоносителя от дутьевого вентилятора, который соединяется с теплопроводом. На колосниковой решетке расположен носитель. Внизу топки установлен шнековый разгрузчик, а сбоку – вихревое сопло-горелка, которая работает от биогаза.

Данное изобретение может применяться для утилизации нефти и гидрошламов и сточных вод на нефтеперерабатывающих предприятиях, тепловых станциях и углеобогатительных предприятиях [5].

Инновационная технология, позволяющая утилизировать любые нефтешламы, в том числе донные резервуарные отложения, нефтеостатки и крекингостатки, была предложена специалистами компании «Чистые технологии» (Приложение Г).

Ее основная мысль заключается в смешивании в определенной пропорции нефтешламов с товарным мазутом и подготовкой смеси к сжиганию с помощью активной гомогенизации с эмульгированием содержащейся в смеси воды и диспергированием асфальтосмолистых веществ.

Для утилизации нефтешламов в емкость перекачивают мазут или СНО. Во время работы установки в емкость добавляют необходимое кол-во твердых нефтешламов, которые диспергируются в мазут (или СНО) и образуют однородное топливо. Гомогенная смесь нефтешлама, мазута и СНО идет на сжигание и частично возвращается в резервуар 1 по линии рециркуляции [6].

Использование ультразвука.

Нефть – высокомолекулярная, гетерогенная жидкость, молекулы которой сложно ориентированы. При приложении к нефти внешнего давления в несколько сот атмосфер молекулы поляризуются, сораня равновесие системы. Если внешнее давление резко снять, то внутренние силы начнут разрывать макромолекулы на более мягкие составляющие. Этот принцип положен в основу обработки нефти с целью изменения ее структурных свойств [25].

Кавитационная обработка нефти на сегодняшний день является наиболее качественным методом. После обработки нефти кавитационным оборудованием возрастает удельный вес СНП.

Кавитация представляет из себя образование разрывов сплошности жидкости по причине спада давления. Кавитация бывает гидродинамической (снижение давление происходит в следствии высоких скоростей в капельной жидкости) и акустической (прохождение в жидкости акустических волн).

Кавитация выглядит как сотни тысяч микроимпульсов в минуту. Она сопровождается ультразвуком, микровзрывами, механическими срезами, соударениями, высокой скоростью режущих пар, которые и разрезаюи диспергируемые вещества на мелкие частицы.

В основе большинства процессов переработки нефти лежат переходы, характерные для нефтяных дисперсных систем. Переходы из одной фазы в другую. Это возможно благодаря химическим веществам и физическим по-

лям. В результате этих процессов меняется толщина оболочки нефтяной дисперсной системы и радиус ее ядра. Это дает возможность снизить энергозатраты и повысить качество целевых нефтепродуктов.

Увеличение выхода фракций при одинаковой температуре – вот что дает кавитационная обработка.

Ультразвуковое диспергирование.

Это процесс размельчения твердых веществ под действием ультразвука и их переход в дисперсное состояние с образованием золя.

Для осуществления этого процесса необходимо измельчение вещества под действием ударных волн, которые возникают при кавитации. Ультразвуковое диспергирование зависит от состояния твердой фазы, от величины взаимодействия между ее частицами, от прочности жидкости и начинается при величине ультразвука в несколько Вт/см².

Скорость ультразвукового диспергирования зависит от интенсивности ультразвука, хрупкости, твердости и спайности частиц материала.

Диспергатор – устройство для осуществления процесса диспергирования.

Ультразвуковой промышленный диспергатор проточного типа УЗГ – 01.10. Предназначен для получения тонких эмульсий и дисперсий. Приготовление их происходит в резонансной камере, где суспензия проходит многократную интенсивную кавитационную обработку. Общее количество таких циклов зависит от физико-механических свойств суспензии.

«Погружной» ультразвуковой диспергатор.

Диспергаторы погружного типа представляют из себя автономный блок с ультразвуковым преобразователем (4 шт., и более), который размещается в технологической емкости. В таких ёмкостях могут размещаться несколько блоков. Ультразвуковой генератор должен располагать не далее шести метров от данной технологической ёмкости.

Отсюда можно сделать вывод, что ультразвуковые воздействия ускоряют диффузию нефти в полости парафина, ускоряя процесс его разрушения. Ускорение растворения парафина идет за счет увеличения перемешивания нефти на границе нефть-парафин и действия импульсов давления, которые разбрызгивают частицы парафина [24].

Магнитострикционный преобразователь.

Данное устройство представляет из себя сердечник с обмоткой, по которой протекает переменный ток, создавая в сердечнике намагниченность, которое и вызывает его механические колебания. А колебания сердечника, в свою очередь, превращаются в переменную намагниченность. В таких преобразователях используется линейная магнитострикция ферромагнетиков и ферримагнетиков.

Электрический импеданс обмотки магнитострикционного преобразователя определяется механическими параметрами сердечника, представляемого как колебательная система. Такие преобразователи используют в гидроакустике, акустоэлектронике, УЗ-технике и других областях техники.

Выводы по разделу:

Подробно рассмотрена схема сбора, транспортировки, подготовки, переработки и утилизации нефтешлама. Так же рассмотрена установка Установки переработки нефтешлама фирмы Andritz SPE. Данное изобретение можно использовать при утилизации гидрошамов, нефтешамов и сточных вод. Она включает в себя топку и решетку с соплами. Описано где может быть использована ультразвуковой промышленный диспергатор [20].

2 Технологическая часть

2.1 Технологическая установка по переработке нефтешлама

Технологическая установка по переработке нефтяных шламов (УПНШ) служит для осуществления процесса переработки нефтесодержащих отходов с получением товарного продукта, и подготовки отходов к дальнейшей утилизации.

Технология позволяет реализовать процесс обработки нефтешламов, ловушечных нефтей, а также неразрушенных эмульсий в виде промежуточных слоев и дренажных нефтесодержащих стоков, являющихся источниками формирования нефтесодержащих отходов, с получением нефтепродукта, имеющего товарную ценность.

Технологический процесс основан на реализации способа ультразвукового разрушения стойких нефтесодержащих дисперсий в водном растворе соответствующей композиции реагентов, с последующим разделением фаз.

Технологический процесс обработки нефтесодержащих отходов реализуется на установке обеспечивающей:

- транспортирование сырья на обработку;
- контактирование сырья с раствором реагентов при ультразвуковом воздействии;
- разделение полученной водоземulsionной дисперсии на нефть, воду (рабочий раствор), твердый осадок;
- сбор и откачку выделенной нефти;
- сбор и подачу воды (раствора) для дальнейшего использования в технологическом процессе;
- сбор твердого остатка.

2.1.1 Принцип разрушения эмульсии

По степени стойкости эмульсии делятся на кинетическую (сидементационную) и агрегативную

Расход потоков 4 и 5 рассчитываем исходя из того, что смесь реагентов представляет собой 0,003 процентный раствор в потоке 3. Композиция реагентов включает в себя диспергент ДН-75 (поток 5) 70 % и деэмульгатор «Сепарол» (поток 4) 30 %.

Массу деэмульгатора (m) в кг/ч, вычисляют по формуле:

$$m = \frac{V \cdot \rho_r \cdot 0,003 \cdot \delta}{100}, \quad (1)$$

где V – объем потока 3, м³/ч;

ρ_r – плотность реагента, кг/м³;

процентное содержание реагентов в растворе 0,003 %;

δ – доля реагента в композиции, масс.

$$m_{\text{дм(п4)}} = \frac{12 \cdot 930 \cdot 0,003 \cdot 0,3}{100} = 0,100 \text{ кг/ч.}$$

Объем деэмульгатора (V) в м³/ч, вычисляют по формуле:

$$V = \frac{m}{\rho}, \quad (2)$$

где m – масса деэмульгатора, кг/ч ($m = 0,100$ кг/ч);

ρ – плотность деэмульгатора, кг/м³ ($\rho = 930$ кг/м³).

$$V_{\text{дм(п4)}} = \frac{0,100}{930} = 0,00011 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Массу диспергента m , кг/ч, вычисляют по формуле (1):

$$m_{\text{дп(п5)}} = \frac{12 \cdot 950 \cdot 0,003 \cdot 0,7}{100} = 0,239 \text{ кг/ч.}$$

Объем диспергента (V) в м³/ч, вычисляют по формуле (2):

$$V_{\text{дп(п5)}} = \frac{0,239}{950} = 0,00025 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

На выходе из диспергатора водоземulsionная смесь (поток 6).

Массу нефти в потоке 6 m, кг/ч, вычисляют по формуле:

$$m = 0,68 \cdot m_{\text{п2}}, \quad (3)$$

где содержание нефти в потоке 2, 0,68 % масс.;

$m_{\text{п2}}$ – массовый расход потока 2, кг/ч.

$$m_{\text{н(п6)}} = 0,68 \cdot 4200 = 2856 \text{ кг/ч.}$$

Объем нефти в потоке 6 (V) в м³/ч, вычисляют по формуле (2):

$$V_{\text{н(п6)}} = \frac{2856}{818} = 3,491 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Массу воды в потоке 6 (m) в кг/ч, вычисляют по формуле:

$$m = 0,32 \cdot m_{\text{п2}} + m_{\text{п3}}, \quad (4)$$

где содержание воды в потоке 2, 0,32 % масс.;

$m_{\text{п3}}$ – массовый расход потока 3, кг/ч.

$$m_{\text{в(п6)}} = 0,32 \cdot 4200 + 12000 = 13344 \text{ кг/ч.}$$

Процесс при котором в системе частицы дисперсной фазы не оседают и не всплывают под действием сил сопротивления называется кинетической устойчивостью. Процесс, при котором глобулы дисперсной фазы сохраняют первоначальный размер при столкновении с границей или друг с другом, называется агрегативной устойчивостью

В снижении седиментационной и агрегативной устойчивости и содержится суть процесса подготовки эмульсии к расслоению. То есть сила отталкивания преобладает над силой притяжения. Переводя эмульсию в состояние неустойчивой.

Эмульсии являются стабильными, когда на поверхности частиц присутствуют частицы стабилизирующих слоев, которые располагаются на границе фаз масло/вода. Для этого требуется, чтобы краевые углы смачивания твердого тела обеими фазами были примерно одинаковы. Малое различие в углах определяет тип эмульсии. Если частица смачивается маслом лучше, чем водой, возникают эмульсии типа вода/масло; в противоположном случае эмульсия типа масло/вода.

Поверхностно-активные вещества создают оптимальные условия, оказывая влияние на краевой угол. Частицы, находящиеся на межфазной границе препятствуют наступлению процесса коалесценции. Эмульсии Пикеринга устойчивы к данному процессу. Добавленные ПАВы уменьшают краевой угол поверхности одной из жидких фаз, поэтому капли объединяются.

Природные Эмульгаторы, состоящие из тяжелых металлов, твердых минеральных веществ, солей нафтеновых кислот, низко и высокомолекулярных компонентов нефти, обуславливают образование капель дисперсной фазы, которое и обеспечивает устойчивость нефтешламов, как эмульсий.

Наибольшую заинтересованность представляют нефтешламы, представляющие собой эмульсию обратного типа, с содержанием от 70 до 90% нефтяных фракций, так как они содержат небольшое количество примесей и могут быть направлены на дальнейшую переработку

Время существования эмульсионного слоя (t) в минутах определяется уравнением:

$$\tau = \frac{H}{v}, \quad (5)$$

где H – высота слоя, мм;

v – скорость расслоения, мм/с.

Среднюю скорость расслоения (v) в миллиметрах с некоторыми допущениями можно выразить следующей формулой:

$$v = \frac{2 \cdot (\rho_c - \rho_\phi) \cdot r^2 \cdot g}{9 \cdot \eta}, \quad (6)$$

где ρ_c – плотность дисперсионной среды, кг/м³;

ρ_ϕ – плотность дисперсной фазы, кг/м³;

r – радиус капель (глобул) эмульсии, м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

η – вязкость дисперсионной среды, мм²/с.

Скорость расслоения нефтешлама обратно пропорциональна вязкости дисперсионной среды и прямо пропорциональна квадрату радиуса дисперсной фазы, так как разность плотной фазы и среды незначительна.

Нефтяные фракции с вязкостью 600 мм²/с, выступающие в роли дисперсионной среды в нефтешламе, говорят о его высокой агрегативной устойчивости

Вязкость нефтешлама как эмульсии (μ_3) в мм²/с выражается уравнением:

$$\mu_{\text{э}} = \mu_{\text{с}} \cdot (1 + 1,25 \cdot \varphi_{\text{ф}}), \quad (7)$$

где $\mu_{\text{с}}$ – динамическая вязкость дисперсионной среды, мм²/с;

$\varphi_{\text{ф}}$ – объемная доля дисперсной фазы.

Из формулы следует, что от объемной доли и вязкости дисперсионной среды зависит и вязкость нефтешлама.

Эмульсия, в которой капли свободно перемещаются и не соприкасаются, является менее устойчивой. Таким образом, для того чтобы снизить агрегативную устойчивость нефтешлама необходимо сделать из него эмульсию типа «масло в воде» с содержанием дисперсной фазы $\varphi_{\text{ф}}$ менее 0,259.

Коалесценция – процесс укрупнения глобул при соприкосновении друг с другом. Этот процесс, которому противостоят бронирующие оболочки, является еще одним условием для приведения нефтешлама в состояние неустойчивой эмульсии. Разрушение структурных барьеров на поверхности капель необходимо для осуществления процесса коалесценции эмульсии.

Согласно теории, разработанной акад. П.А. Ребиндером, при введении поверхностно активных веществ (деэмульгаторов) в нефтяную эмульсию на границе раздела фаз протекают следующие процессы: молекулы деэмульгатора, обладая большей поверхностной активностью, чем природные стабилизаторы нефтяных эмульсий, вытесняют последние с границы раздела фаз. При этом молекулы деэмульгатора предварительно разрушают прочные гелеобразные слои стабилизаторов.

Адсорбируясь на бронирующих слоях стабилизаторов, молекулы деэмульгатора изменяют их смачиваемость, что способствует переходу этих частиц с границы раздела в объем фазы. Образующиеся на их месте адсорбционные слои из молекул деэмульгатора практически не обладают заметными структурно-механическими свойствами, что способствует протеканию процесса коалесценции [9].

Проведение процесса разделения эмульсии при ультразвуковом воздействии позволяет усилить процессы диспергирования нефти в воде и разрушения бронирующих оболочек нефтяной фазы за счет передачи энергии излучателя водонефтяной системе и выделения энергии на границе «нефть-вода».

2.1.2 Описание технологии переработки нефтесодержащих отходов

Экспериментально получены следующие оптимальные условия разрушения нефтесодержащей эмульсии: ультразвуковое воздействие с частотой от 15 до 30 кГц в 0,003 % растворе композиции реагента, включающего диспергент (ДН-75) - 70% и дезэмульгатор («Сепарол») – 30 % при соотношении нефть-вода 2:1 при 313 К (40 °С) в течении 1 – 5 минут.

Установка переработки нефтесодержащих отходов включает следующее технологическое оборудование, шт.:

- емкость приема нефтешлама – 1;
- диспергатор ультразвуковой – 1;
- емкость приема реагента – 2;
- отстойник – 1;
- резервуар оборотной воды – 1;
- резервуар нефтяной – 1.

Установка переработки нефтешлама (УПНШ) производительностью 4 м³/час работает следующим образом. Нефтешлам из бункера пункта приема нефтешлама насосом НС-1 подается в емкость приема нефтешлама ЕП-1 при температуре 283 К (10 °С), где нагревается до температуры 313 К (40 °С). Нагрев нефтешлама осуществляется с помощью подвода пара к емкости ЕП-1. В качестве емкости приема нефтешлама используется горизонтальная емкость объемом 5 м³ с теплоизоляционным покрытием.

Подготовленный таким образом нефтешлам с помощью насоса НС-2 с расходом 4 м³/час подается в ультразвуковой диспергатор ДУ. Одновременно в ультразвуковой диспергатор с помощью насоса НС-3 подается нагретый до 323 К (50 °С) водный раствор реагентов с расходом до 12 м³/час.

Реагенты из емкостей приема реагентов ЕР-1,2 с помощью дозирующих насосов НД-1,2 подаются на прием насоса подачи воды НС-3. Расход деэмульгатора «Сепарол» составляет 0,1 дм³/час, расход диспергента ДН-75 составляет 0,25 дм³/час.

В диспергаторе нефтешлам и водный раствор реагентов подвергается воздействию ультразвука в течение пяти минут, в результате чего нефтешлам переводится в состояние неустойчивой эмульсии. Источником ультразвука является ультразвуковой генератор УЗГ. Рабочий объем диспергатора озвучивается с помощью плоского магнестрикционного излучателя ПМС. Водоэмульсионная дисперсия из диспергатора с помощью насоса НС-4 поступает в емкость для отстоя ЕП-2 при температуре от 313 до 323 К (от 40 до 50 °С).

В отстойнике происходит разделение водоэмульсионной дисперсии на нефть и воду в течение шести часов. Выделившаяся в результате отстоя нефть откачивается в емкость приема нефти ЕП-3, а вода, обогащенная реагентами, в емкость приема воды Е-4.

В емкости Е-4 вода нагревается до 323 К (50 °С) и с расходом 12 м³/час подается в диспергатор. Избыток воды сбрасывается в подземную емкость ЕПП.

2.1.3 Описание отдельных элементов, блоков установки переработки нефтешлама

Емкость приемная нефтешлама ЕП-1.

В качестве емкости приёма нефтешлама используется горизонтальная емкость объемом 5 м³ с теплоизоляционным покрытием. Емкость оснащена пароспутником, патрубками ввода и вывода нефтешлама, патрубком для сброса воды, люком для зачистки аппарата от твердых отложений и патрубком аварийного перелива емкости.

Насосный блок НБ-1.

Предназначен для подачи рабочего раствора реагентов, и нефтешлама на блок контактирования и откачки обработанного нефтешлама.

Монтаж оборудования блока выполнен в металлическом сварном контейнере размером 8000 x 24009 x 2100. Поперечной перегородкой контейнер разделен на два отсека с независимыми входами с торцов. Большой из отсеков предназначен для размещения насосного оборудования. В состав насосного оборудования входят:

- насос подачи водного раствора композиции реагентов ЦНСНг-60 x 99;
- насос подачи нефтешлама ЦНСН –13/105;
- насос откачки водоземлюсионной дисперсии ЦНСН – 13/70.

Насосный отсек оснащен двумя светильниками. Оборудование блока соединено между собой трубопроводами с отсечной арматурой. Управление насосами осуществляется с кнопочных постов. Для предотвращения распространения возможных протечек под трубопроводами обвязки и сальниковыми коробками насосов выполнены поддоны. Рабочая зона отсека оснащена принудительной вытяжкой и отоплением. В насосном блоке установлены два светильника, меньший из отсеков предназначен для размещения электрооборудования. В нем расположены:

- распределительный щит с автоматическими выключателями;
- пускатели электродвигателей насосов (встроены в щит);
- шина заземления.

Кроме того, в этом отсеке размещаются скрученные кабели основного питания и заземления. В щитовой установлен один светильник.

Реагентный блок РБ-1.

Предназначен для приготовления и дозирования композиции реагентов на прием насоса подачи воды (рабочего раствора). Монтаж оборудования блока выполнен в металлическом сварном контейнере размером 4000 x 2400 x 2100, в котором размещены, шт.:

- емкость для приема реагента объемом $1,5\text{м}^3$ – 2;
- насос дозировочный НД –25/40 – 2.

Оборудование блока соединено между собой трубопроводами с отсечной арматурой.

Управление насосами осуществляется с кнопочных постов системы электрооборудования включающей:

- распределительный щит с автоматическими выключателями;
- пускатели электродвигателей насосов (встроены в щит);
- шина заземления.

Реагентный блок оснащен принудительной вытяжкой и отоплением. В блоке установлен один светильник.

Диспергатор ультразвуковой.

Предназначен для озвучивания обрабатываемого сырья (нефтешлама) с промывным раствором композиции реагентов ультразвуковыми волнами с частотой 22 кГц, обеспечивает разрушение стойких нефтешламовых дисперсий и подготовку к их разделению.

Отстойник ЕП-2.

В качестве емкости используется горизонтальная емкость объемом 35 м³ с теплоизоляционным покрытием.

На рисунке 2 представлена представлена блок – схема материальных потоков установки переработки нефтешлама.



Рисунок 2 – Блок-схема материальных потоков установки переработки нефтешлама

Отстойник предназначен для разделения водоземulsionной дисперсии, образующейся в диспергаторе.

Емкость приемная нефти ЕП-3.

В качестве емкости приемной нефти используется горизонтальная емкость объемом 30 м³ с теплоизоляционным покрытием.

Емкость предназначена для дополнительного отстаивания нефти.

Емкость оснащена пароспутником, патрубками ввода нефтепродукта из отстойника, вывода нефти, сброса выделившейся воды и люком для зачистки аппарата от твердых отложений.

Емкость приема оборотной воды ЕП-4.

В качестве емкости используется горизонтальная емкость объемом 20 м³ с теплоизоляционным покрытием.

Емкость предназначена для приготовления и дополнительного отстаивания рабочего раствора с целью его использования.

Емкость оснащена пароспутником, патрубками для ввода и вывода рабочего (промывного) раствора, патрубком для ввода и вывода сточной воды и люком для зачистки аппарата от твердых отложений.

Площадка для приема и откачки сточной воды.

В состав площадки для приема и откачки сточной воды входят:

-приемная (заглубленная) емкость ЕПП объемом 5 м³;

-погружной насос.

Площадка служит для приема и откачки сточной воды из технологических емкостей и сальников насосов насосного блока НБ-1 и реагентного блока РБ-1.

Контрольно-измерительные приборы.

Предназначены для контроля за техническим состоянием установки и определения оптимальных режимов работы оборудования.

В составе установке предусмотрен местный контроль давления и температуры. На напорных участках трубопроводов насосов установлены манометры.

метры. Для контроля температуры в емкостях, снабженных змеевиками парового обогрева предусмотрены термометры.

Электрооборудование и система управления.

Основные технические данные и назначения электрооборудования.

Силовые потребители, цепи управления и освещения запитаны от распределительного щита, установленного в щитовой. Питание силовых потребителей осуществляется трехфазным переменным током напряжением 380/220 В. Питание цепей управления и освещения предусмотрено переменным током, напряжением 220 В. С распределительного щита запитаны следующие потребители электроэнергии:

- электродвигатель насоса подачи рабочего раствора ВА 180 М 2, 30;
- электродвигатель насоса подачи нефтешлама ВА 160 М 2, 18,5;
- электродвигатель насоса откачки нефти ВА 160 S 2, 15;
- освещение насосного блока 3 x 100 Вт 1 – 220 В, 50 Гц;
- розетка 10 А, 1 – 220 В, 50 Гц;
- розетка 6 А, 1 – 220 В, 50 Гц.

Расположение электрооборудования.

Электрооборудование расположено в двух отсеках блока насосов, между собой соединено кабелем с медными жилами, проложенными в оцинкованных трубах.

В отсеке механического оборудования размещены:

- три кнопочных поста управления насосами КХ-123-12В2;
- два светильника 100 Вт.

В щитовой установлены:

- распределительный щит с автоматическими выключателями;
- пускатели насосов ПМП 42 1002 (встроены в щит);
- электросчетчик СА-4У-ИБ78 (встроен в щит);
- розетка 6 А;
- розетка 10 А;
- светильник 100 Вт.

2.2 Расчет материального баланса установки утилизации нефтешлама

Емкость приема нефтешлама ЕП-1. В таблицах 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 представлены сводные данные расчетных материальных балансов. .

В сырьевой резервуар поступает нефтешлам с расходом 4 м³/ч (поток 1) следующего состава: нефть 68 %, вода 32 %. Плотность нефтешлама 1050 кг/м³.

Массу нефтешлама (m) в кг/ч, вычисляют по формуле:

$$m = V \cdot \rho, \quad (8)$$

где V – объем потока, м³/ч;

ρ – плотность потока, кг/м³.

$$m_{\text{нш(п1)}} = 4 \cdot 1050 = 4200 \text{ кг/ч.}$$

На выходе из сырьевого резервуара нагретый до 313 К (40 °С) нефтешлам того же состава и с тем же расходом (поток 2).

Ультразвуковой диспергатор.

На входе в диспергатор нагретый нефтешлам (поток 2) с расходом 4 м³/ч, вода (поток 3) с расходом 12 м³/ч и плотностью 1000 кг/м³, деэмульгатор (поток 4) плотностью 930 кг/м³ и диспергент (поток 5) плотностью 950 кг/м³.

Массу воды (m) в кг/ч, вычисляют по формуле:

$$m_{\text{в(п3)}} = 12 \cdot 1000 = 12000 \text{ кг/ч.}$$

Объем воды в потоке 6 (V) в м³/ч, вычисляют по формуле (2):

$$V_{\text{в(п6)}} = \frac{13344}{1000} = 13,344 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Отстойник ЕП-2.

На входе в отстойник водоземulsionная смесь (поток 6).

На выходе из отстойника восстановленная нефть (поток 7) и отделившаяся вода (поток 8).

Поток 7 выходит следующего состава: нефть 99,5 %, вода 0,5 %. Масса нефти в потоке 7 равна 2856 кг/ч.

Массу воды в потоке 7 (m) в кг/ч, вычисляют по формуле:

$$m = \frac{0,5 \cdot m_{н(п7)}}{99,5}, \quad (9)$$

где $m_{н(п7)}$ – масса нефти в потоке 7, кг/ч.

$$m_{в(п7)} = \frac{0,5 \cdot 2856}{99,5} = 14,35 \text{ кг/ч.}$$

Массу потока 7 (m) в кг/ч, вычисляют по формуле:

$$m = m_{в(п7)} + m_{н(п7)}, \quad (10)$$

где $m_{в(п7)}$ – масса воды в потоке 7, кг/ч.

$$m_{п7} = 14,35 + 2856 = 2870,35 \text{ кг/ч.}$$

Объем потока 7 (V) в м³/ч, вычисляют по формуле (2):

$$V_{п7} = \frac{2870,35}{818} = 3,509 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Поток 8 – это отделившаяся вода и композиция реагентов.

Массу воды в потоке 8 (m) в кг/ч, вычисляют по формуле:

$$m = m_{в(п6)} - m_{в(п7)} , \quad (11)$$

где $m_{в(п7)}$ – массовый расход воды в потоке 6, кг/ч;

$$m_{в(п8)} = 13344 - 14,35 = 13329,65 \text{ кг/ч.}$$

Объем воды в потоке 8 (V) в $м^3/ч$, вычисляют по формуле 2:

$$V_{в(п8)} = \frac{13329,65}{1000} = 13,330 \text{ м}^3/ч.$$

Расход реагентов в потоке 8 равен расходам этих реагентов в потоках 4 и 5.

Массу потока 8 (m) в кг/ч, вычисляют по формуле:

$$m = m_{в(п8)} + m_{дм(п4)} + m_{дп(п5)} , \quad (12)$$

где $m_{в(п8)}$ – массовый расход воды в потоке 8, кг/ч ($m_{в(п8)} = 13329,65$ кг/ч);

$m_{дм(п4)}$ – массовый расход деэмульгатора в потоке 4, кг/ч ($m_{дм(п4)} = 0,100$ кг/ч);

$m_{дп(п5)}$ – массовый расход диспергента в потоке 5, кг/ч ($m_{дп(п5)} = 0,239$ кг/ч)

$$m_{п8} = 13329,65 + 0,100 + 0,239 = 13329,99 \text{ кг/ч.}$$

Объем потока 8 (V) в $м^3/ч$, вычисляют по формуле:

$$V = V_{в(п8)} + V_{дм(п4)} + V_{дп(п5)} , \quad (13)$$

где $V_{в(п8)}$ – объем воды в потоке 8, $м^3/ч$ ($V_{в(п8)} = 13,330$ $м^3/ч$);

$V_{дм(п4)}$ – объем деэмульгатора в потоке 4, $м^3/ч$ ($V_{дм(п4)} = 0,00011$ $м^3/ч$);

$V_{\text{дп(п5)}}$ – объем диспергента в потоке 5, м³/ч ($V_{\text{дп(п5)}} = 0,00025$ м³/ч).

$$V_{\text{п8}} = 13,330 + 0,00011 + 0,00025 = 13,33036 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Емкость приема оборотной воды ЕП-4.

На входе в резервуар оборотной воды отделившаяся вода (поток 8).

На выходе вода в ультразвуковой диспергатор (поток 3) с расходом 12 м³/ч и излишки воды с композицией реагентов в подземную емкость (поток 9).

Массу потока 9 (m) в кг/ч, вычисляют по формуле:

$$m = m_{\text{п8}} - m_{\text{п3}} , \quad (14)$$

где $m_{\text{п8}}$ - массовый расход потока 8, кг/ч ($m_{\text{п8}} = 13329,99$ кг/ч);

$m_{\text{п3}}$ - массовый расход потока 3, кг/ч ($m_{\text{п3}} = 12000$ кг/ч).

$$m_{\text{п9}} = 13329,99 - 12000 = 1329,99 \text{ кг/ч}.$$

Объем потока 9 (V) в м³/ч, вычисляют по формуле:

$$V = V_{\text{п8}} - V_{\text{п3}} , \quad (15)$$

где $V_{\text{п8}}$ – объемный расход потока 8, м³/ч ($V_{\text{п8}} = 13,33036$ м³/ч);

$V_{\text{п3}}$ – объемный расход потока 3, м³/ч ($V_{\text{п3}} = 12$ м³/ч).

$$V_{\text{п9}} = 13,33036 - 12 = 1,33036 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таблица 2 – Материальный баланс утразвукового диспергатора

Наименование	Приход								Расход	
	Поток 2		Поток 4,5		Поток 3		Итого		Поток 6	
	м ³ /ч	кг/ч	м ³ /ч	кг/ч						
Нефтешлам	4	4200	0	0	0	0	4,0000	4200,0	0	0
Нефть	0	0	0	0	0	0	0	0	3,49144	2856,00
Вода	0	0	0	0	12	1200	12,000	12000,0	13,3440	13344,0
Дезэмульгатор	0	0	0,000	0,10	0	0	0,0001	0,10	0,00011	0,10
Диспергент	0	0	0,000	0,24	0	0	0,0003	0,24	0,00025	0,24
Итого	4	4200	0,000	0,34	12	1200	16,036	16200,34	16,8358	16200,3

Таблица 3 – Материальный баланс отстойника

Наименование	Приход				Расход				
	Поток 6		Поток 7		Поток 8		Итого		
	м ³ /ч	кг/ч	м ³ /ч	кг/ч	м ³ /ч	кг/ч	м ³ /ч	кг/ч	
Нефтешлам	0	0	0	0	0	0	0	0	
Нефть	3,49144	2856,00	3,491	2856,0	0	0	3,49100	2856,00	
Вода	13,3440	13344,0	0,09	14,35	13,329	13329,6	13,3476	13344,0	
Дезэмульгатор	0,00011	0,10	0	0	0,0011	0,10	0,00011	0,10	
Диспергент	0,00025	0,24	0	0	0,00025	0,24	0,00025	0,24	
Итого	16,8358	16200,3	3,509	2870,3	13,330	13329,9	16,8390	16200,3	

Таблица 4 – Материальный баланс емкости приема оборотной воды

Наименование	Приход		Расход					
	Поток 6		Поток 7		Поток 8		Итого	
	м ³ /ч	кг/ч	м ³ /ч	кг/ч	м ³ /ч	кг/ч	м ³ /ч	кг/ч
Нефтешлам	0	0	0	0	0	0	0	0
Нефть	3,4915	2856,00	3,49	2856,0	0	0	3,49100	2856,00
Вода	13,344	13344,0	0,02	14,35	13,3297	13329,6	13,3476	13344,0
Дезмульгатор	0,0011	0,10	0	0	0,00011	0,10	0,00011	0,10
Диспергент	0,0025	0,24	0	0	0,00025	0,24	0,00025	0,24
Итого	16,836	16200,3	3,509	2870,3	13,3301	13329,9	16,8390	16200,3

Таблица 5 – Материальный баланс установки переработки нефтешлама

Наименование	Приход		Расход	
	м ³ /ч	кг/ч	м ³ /ч	кг/ч
Нефтешлам	4,00000	4200,00	0	0
Нефть	0	0	3,49100	2856,00
Вода	12,00000	12000,00	13,34400	13344,00
Дезмульгатор	0,00011	0,10	0,00011	0,10
Диспергент	0,00025	0,24	0,00025	0,24
Итого	16,00036	16200,34	16,83536	16200,34

Проведенный расчет материального баланса установки утилизации нефтешлама указан в таблицах 2 – 5.

2.3 Расчет расчет теплового баланса установки утилизации нефтешлама

Емкость приема нефтешлама

В сырьевой резервуар поступает нефтешлам с температурой 283 К (10°C) (поток 1).

Теплосодержание нефтешлама найдем, рассчитав теплосодержание его водной и нефтяной части.

Теплосодержание нефтяной части нефтешлама (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле:

$$Q = G \cdot C \cdot t, \quad (16)$$

где G – расход вещества, кг/ч;

C – теплоемкость вещества, кДж/кг·К;

t – температура вещества, К.

Теплоемкость нефти (C) в кг/кДж·К, вычисляют по формуле:

$$C = 1,5072 + \frac{t + 50}{100} \cdot (1,7182 - 1,5072 \cdot \rho), \quad (17)$$

где t – температура нефти, ;

ρ – плотность нефти при температуре t , кг·10⁻³/м³.

$$C_{i(t)} = 1,5072 + \frac{283 + 50}{100} \cdot (1,7182 - 1,5072 \cdot 0,976) = 1,656 \text{ кДж/кг·К};$$

$$Q_{н(п1)} = 2856 \cdot 1,656 \cdot 10 = 47295,36 \text{ кДж/ч}.$$

Теплосодержание водной части нефтешлама (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле (2.16):

$$Q_{в(п1)} = 1344 \cdot 4,187 \cdot 10 = 56273,28 \text{ кДж/ч}$$

Теплосодержание нефтешлама (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле:

$$Q = Q_{н(п1)} + Q_{в(п1)}, \quad (18)$$

где $Q_{н(п1)}$ – теплосодержание нефтяной части в потоке 1, кДж/ч ($Q_{н(п1)} = 47295,36$ кДж/ч);

$Q_{в(п1)}$ – теплосодержание воды в потоке 1, кДж/ч ($Q_{в(п1)} = 56273,28$ кДж/ч).

$$Q_{нш(п1)} = 47295,36 + 56273,28 = 103568,64 \text{ кДж/ч.}$$

На выходе из сырьевого резервуара нагретый до 313 К (40 °С) нефтешлам (поток 2).

Теплосодержание нефтяной части нефтешлама (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле (20).

Теплоемкость нефти (C) в кг/кДж·К, вычисляют по формуле (21):

$$C_{t(t2)} = 1,5072 + \frac{313 + 50}{100} \cdot (1,7182 - 1,5072 \cdot 0,926) = 1,766 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К.}$$

$$Q_{н(п2)} = 2856 \cdot 1,766 \cdot 10 = 201747,84 \text{ кДж/ч.}$$

Теплосодержание водной части нефтешлама (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле (20):

$$Q_{в(п2)} = 1344 \cdot 4,187 \cdot 40 = 225093,12 \text{ кДж/ч.}$$

Теплосодержание нефтешлама (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле:

$$Q = Q_{н(п2)} + Q_{в(п2)}, \quad (19)$$

где $Q_{н(п2)}$ – теплосодержание нефтяной части в потоке 2, кДж/ч ($Q_{н(п2)} = 201747,84$ кДж/ч);

$Q_{в(п2)}$ – теплосодержание воды в потоке 2, кДж/ч ($Q_{в(п2)} = 225093,12$ кДж/ч)

$$Q_{нш(п2)} = 201747,84 + 225093,12 = 426840,96 \text{ кДж/ч.}$$

Количество тепла (Q) в кДж/ч, необходимого для нагрева нефтешлама вычисляют по формуле:

$$Q = Q_{\text{нш}(п2)} - Q_{\text{нш}(п1)}, \quad (20)$$

где $Q_{\text{нш}(п2)}$ – теплосодержание нефтешлама в потоке 2, кДж/ч ($Q_{\text{нш}(п2)} = 426840,96$ кДж/ч);

$Q_{\text{нш}(п1)}$ – теплосодержание нефтешлама в потоке 2, кДж/ч ($Q_{\text{нш}(п1)} = 103568,64$ кДж/ч).

$$Q_{\text{п1}'} = 426840,96 - 103568,64 = 323272,32 \text{ кДж/ч.}$$

Количество пара (m) в кг/ч, необходимого для нагрева нефтешлама вычисляют по формуле:

$$m = \frac{Q_{\text{п}}}{Q_{\text{к}}}, \quad (21)$$

где $Q_{\text{п}}$ – количество тепла необходимого для нагрева, кДж/ч;

$Q_{\text{к}}$ – удельная теплота конденсации пара, кДж/кг.

$$m_{\text{п}} = \frac{323272,32}{2500} = 129,3 \text{ кг/ч.}$$

Ультразвуковой диспергатор.

На входе нефтешлам с температурой 313 К (40 °С) (поток 2) и вода с температурой 323 К (50 °С) (поток 3).

Теплосодержание воды (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле (20):

$$Q_{\text{п3}} = 12000 \cdot 4,187 \cdot 50 = 2512200 \text{ кДж/ч.}$$

Так как расход реагентов (поток 4, поток 5) незначителен, расчетом их теплосодержания можно пренебречь.

На выходе из диспергатора водоземulsionная смесь с температурой 313 К (40 °С) (поток 6).

Теплосодержание нефтяной части нефтешлама (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле (20).

Теплоемкость нефти (C) в кг/кДж·К, вычисляют по формуле (21):

$$C_{н(п6)} = 1,5072 + (40 + 50/100) \cdot (1,7182 - 1,5072 \cdot 0,818) = 1,944$$

кг/кДж·К;

$$Q_{н(п6)} = 2856 \cdot 1,94440 = 222082,56 \text{ кДж/ч.}$$

Теплосодержание водной части нефтешлама (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле (20):

$$Q_{в(п6)} = 13344 \cdot 4,187 \cdot 40 = 2234853,12 \text{ кДж/ч.}$$

Теплосодержание водоземulsionной дисперсии (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле:

$$Q = Q_{н(п6)} + Q_{в(п6)}, \quad (22)$$

где $Q_{н(п6)}$ – теплосодержание нефтяной части в потоке 6, кДж/ч ($Q_{н(п6)} = 222082,56$ кДж/ч);

$Q_{в(п6)}$ – теплосодержание воды в потоке 6, кДж/ч ($Q_{в(п6)} = 2234853,68$ кДж/ч).

$$Q_{п6} = 222082,56 + 2234853,12 = 2456935,68 \text{ кДж/ч.}$$

Потерю тепла в окружающую среду в диспергаторе (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле:

$$Q = Q_{п2} + Q_{п3} - Q_{п6}, \quad (23)$$

где $Q_{п2}$ – теплосодержание потока 2, кДж/ч ($Q_{п2} = 426840,96$ кДж/ч);

$Q_{п3}$ – теплосодержание потока 3, кДж/ч ($Q_{п3} = 2512200$ кДж/ч);

$Q_{п6}$ – теплосодержание потока 6, кДж/ч ($Q_{п6} = 2456935,68$ кДж/ч).

$$Q_{п2'} = 426840,96 + 2512200 - 2456935,68 = 482105,28 \text{ кДж/ч.}$$

Отстойник.

На входе в отстойник водоземulsionная дисперсия с температурой 313 К (40 °С) (поток 6).

На выходе нефть с температурой 293 К (20 °С) (поток 7) и отделившаяся вода с температурой 293 К (20 °С) (поток 8).

Теплосодержание нефти в потоке 7 (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле (20).

Теплоемкость нефти (C) в кг/кДж·К, вычисляют по формуле (21):

$$C_{i(г7)} = 1,5072 + \frac{293 + 50}{100} \cdot (1,7182 - 1,5072 \cdot 0,818) = 1,847 \text{ кДж/кг·К;}$$

$$Q_{н(п7)} = 2856 \cdot 1,847 \cdot 20 = 105500,64 \text{ кДж/ч.}$$

Теплосодержание воды в потоке 7 (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле (20):

$$Q_{в(п7)} = 13,45 \cdot 4,187 \cdot 20 = 1201,67 \text{ кДж/ч.}$$

В таблицах 6 - 10 представлен тепловой баланс установки утилизации нефтешлама.

Таблица 6 – Тепловой баланс емкости приема нефтешлама

Наименование	Приход			Расход
	Поток 1 кДж/ч	Поток 1' кДж/ч	Итого кДж/ч	Поток 2 кДж/ч
Нефтешлам	103568,64	0	103568,64	426840,96
Подвод тепла	0	323272,32	323272,32	0
Итого	103568,64	323272,32	426840,96	426840,96

Таблица 7 – Тепловой баланс ультразвукового диспергатора

Наименование	Приход			Расход		
	Поток 2	Поток 3	Итого	Поток 6	Поток 2'	Итого
	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч
Нефтьшлам	426840,96	0	426840,96	0	0	0
Нефть	0	0	0	222082,56	0	222082,56
Вода	0	2512200	2512200,00	2234853,12	0	2234853,12
Потеря тепла	0	0	0	0	482105,28	482105,28
Итого	426840,96	2512200	2939040,96	2456935,68	482105,28	2939040,96

Таблица 8 – Тепловой баланс отстойника

Наименование	Приход		Расход		
	Поток 6	Поток 7	Поток 8	Поток 3'	Итого
	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч
Нефть	222082,56	105500,64	0	0	105500,64
Вода	2234853,12	1201,67	1116224,89	0	1117426,56
Потеря тепла	0	0	0	1234008,48	1234008,48
Итого	2456935,68	106702,31	1116224,89	1234008,48	2456935,68

Таблица 9 – Тепловой баланс резервуара оборотной воды

Наименование	Приход			Расход		
	Поток 8	Поток 4	Итого	Поток 3	Поток 9	Итого
	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч	кДж/ч
Вода	1116224,89	0	1116224,89	2512200	278362,23	2790562,23
Подвод тепла	0	1674337,34	1674337,34	0	0	0
Итого	1116224,89	1674337,34	2790562,23	2512200	278362,23	2790562,23

Теплосодержание потока 7 (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле:

$$Q = Q_{н(п7)} + Q_{в(п7)}, \quad (24)$$

где $Q_{н(п7)}$ – теплосодержание нефтяной части в потоке 7, кДж/ч ($Q_{н(п7)} = 105500,64$ кДж/ч);

$Q_{в(п7)}$ – теплосодержание воды в потоке 7, кДж/ч ($Q_{в(п7)} = 1201,67$ кДж/ч)

$$Q_{n7} = 105500,64 + 1201,67 = 106702,31 \text{ кДж/ч.}$$

Теплосодержание потока 8 (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле (24):

$$Q_{n8} = 13329,65 \cdot 4,187 \cdot 20 = 1116224,89 \text{ кДж/ч.}$$

Потерю тепла в окружающую среду в отстойнике (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле:

$$Q = Q_{п6} - Q_{п7} - Q_{п8}, \quad (25)$$

где $Q_{п6}$ – теплосодержание потока 6, кДж/ч ($Q_{п6} = 2456935,68$ кДж/ч);

$Q_{п7}$ – теплосодержание потока 7, кДж/ч ($Q_{п7} = 106702,31$ кДж/ч);

$Q_{п8}$ – теплосодержание потока 8, кДж/ч ($Q_{п8} = 1116224,89$ кДж/ч).

$$Q_{n3} = 2456935,68 - 106702,31 - 1116224,89 = 1234008,48 \text{ кДж/ч.}$$

Емкость приема оборотной воды.

На входе в резервуар оборотной воды отделившаяся вода с температурой 293 К (20 °С) (поток 8).

На выходе вода в ультразвуковой диспергатор с температурой 323 К (50 °С) (поток 8) и излишки воды с композицией реагентов в подземную емкость с температурой 323 К (50 °С) (поток 9).

Теплосодержание потока 9 (Q) в кДж/ч, вычисляют по формуле (20):

$$Q_{n9} = 1329,65 \cdot 4,187 \cdot 50 = 278362,23 \text{ кДж/ч.}$$

Количество тепла (Q) в кДж/ч, необходимого для нагрева воды вычисляют по формуле (29):

$$Q = Q_{п3} + Q_{п9} - Q_{п8}, \quad (26)$$

где $Q_{п3}$ – теплосодержание потока 3, кДж/ч ($Q_{п3} = 2512200$ кДж/ч);

$Q_{п9}$ – теплосодержание потока 9, кДж/ч ($Q_{п9} = 278362,23$ кДж/ч);

$Q_{п8}$ – теплосодержание потока 8, кДж/ч ($Q_{п8} = 1116224,89$ кДж/ч).

$$Q_{п4'} = 2512200 + 278362,23 - 1116224,89 = 1674337,34 \text{ кДж/ч.}$$

Количество пара (m) в кг/ч, необходимого для нагрева воды вычисляют по формуле (25):

$$m_{п} = \frac{1674337,34}{2500} = 669,7 \text{ кг/ч.}$$

Таблица 10 – Тепловой баланс установки переработки нефтешлама

Наименование	Приход	Расход
	кДж/ч	кДж/ч
Нефтешлам	103568,64	0
Нефть	0	105500,64
Вода	2512200,00	2791763,90
Подвод тепла	1997609,66	0
Потеря тепла	0	1716113,76
Итого	4613378,30	4613378,30

Подробный расчет теплового баланса установки утилизации нефтешлама проведен и изложен в таблицах 6 – 10.

2.4 Расчет параметров работы ультразвукового диспергатора

Исходные данные для расчета:

- объемный расход обрабатываемой среды 16 м³/ч;
- время обработки среды ультразвуком пять минут;
- частота ультразвуковых колебаний от 18 до 22 кГц.

Объем обрабатываемой среды, проходящей через диспергатор за пять минут (V) в м³, вычисляем по формуле:

$$V = \frac{G}{12}, \quad (27)$$

где G – объемный расход обрабатываемой среды за пять минут;
 $12 \text{ м}^3/\text{ч}$ – расход воды, проходящей через диспергатор.

$$V = \frac{16}{12} = 1,33 \text{ м}^3.$$

Энергию, которую необходимо передать озвучиваемой среде (E) в $\text{Дж}/\text{м}^3$, вычисляют по формуле:

$$E = V \cdot \frac{2p^2}{\rho \cdot C^2}, \quad (28)$$

где V – объем озвучиваемой среды, м^3 ;

p – амплитуда звукового давления, $\text{Н}/\text{м}^2$;

ρ – плотность среды, $\text{кг}/\text{м}^3$;

C – скорость звука в среде, $\text{м}/\text{с}$.

Скорость звука в среде (C) в $\text{м}/\text{с}$, вычисляют по формуле:

$$C = \sqrt{\frac{1}{\rho \cdot \beta}}, \quad (29)$$

где β – сжимаемость среды, $\text{м}^2/\text{Н}$.

$$C = \sqrt{\frac{1}{985,2 \cdot 0,005 \cdot 10^{-6}}} = 450,56 \text{ м}/\text{с}.$$

$$E = 1,33 \cdot \frac{2 \cdot (92 \cdot 10^5)^2}{985,2 \cdot 450,56^2} = 1125712 \text{ Дж}.$$

Мощность излучения, необходимую для озвучивания нефтешлама ($P_{\text{изл}}$) в Вт, вычисляем по формуле:

$$P = \frac{E}{t}, \quad (30)$$

где t – время озвучивания среды, с.

$$P = \frac{1125712}{300} = 3752,4 \text{ Вт.}$$

Характеристика данного излучателя представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристика излучателя ПМС – 38

Параметр	Величина
Номинальная мощность, кВт	4
Частота, кГц	18
Удельная мощность, Вт/ м ²	$2,5 \cdot 10^4$
Размеры излучающей поверхности, мм	540 x 225

Для данной мощности выбираем плоский магнитострикционный излучатель ПМС-38.

2.5 Воздействие установки на атмосферный воздух

Основными источниками загрязнения атмосферы установки переработки нефтешлама являются:

- емкость приема нефтешлама ЕП-1;
- ультразвуковой диспергатор ДУ;
- отстойник ЕП-2;
- емкость приема нефти ЕП-4;
- емкости приема реагента ЕР-1,2;

- насосный блок.

Данное оборудование является источником неорганизованных выбросов вредных веществ, поступающих в атмосферу через неплотности оборудования (емкость приема нефтешлама, диспергатора, отстойника), дыхательные клапаны (емкость приема нефти, емкости приема реагента), сальниковые уплотнения насосов (насосный блок).

С вводом в эксплуатацию проектируемой установки в атмосферу будут поступать летучие углеводороды, бензол, ксилол, толуол, сероводород, метанол.

Выбросы загрязняющих веществ из отстойника и емкости приема нефти рассчитывают в соответствии с «Методическими указаниями по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров»[8].

Выбросы загрязняющих веществ через сальниковые уплотнения насоса рассчитывают в соответствии с «Методикой расчета выбросов вредных веществ в окружающую среду от неорганизованных источников нефтегазового оборудования» [11].

В таблицах 12 - 17 представлены выбросы загрязняющих веществ от установки утилизации нефтешлама.

Таблица 12 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу из емкости приема нефти

Вредное вещество	Код	Валовой выброс (т/год)	Максимально-разовый выброс (г/с)
Углеводородные предельные C1-C5	415	0,8282700	0,0568086
Углеводородные предельные C6-C10	416	0,3063433	0,0210112
Бензол	602	0,0040008	0,0002744
Толуол	621	0,0025148	0,0001725
Ксилол	616	0,0012754	0,0000862
Сероводород	333	0,0006858	0,0000470

Таблица 13 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу из емкости приема реагента

Вредное вещество	Код	Валовой выброс (т/год)	Максимально-разовый выброс (г/с)Ма
Метанол	415	00,0000001	0,0000004

Таблица 14 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу из емкости приема нефтешлама

Вредное вещество	Код	Валовой выброс (т/год)	Максимально – разовый выброс (г/с)
Углеводородные предельные C1-C5	415	0,0594172	0,00188396
Углеводородные предельные C6-C10	416	0,0219760	0,00069680
Бензол	602	0,0002870	0,00000910
Толуол	621	0,0001804	0,00000572
Ксилол	616	0,0000902	0,00000286
Сероводород	333	0,0000492	0,00000156

Таблица 15 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосфере из диспергатора

Вредное вещество	код	Валовой выброс (т/год)	Максимально разовый выброс(г/с)
Углеводородные предельные C1-C5	415	0,0594172	0,00188396
Углеводородные предельные C6-C10	416	0,0219760	0,00069680
Бензол	602	0,0002870	0,00000910
Толуол	621	0,0001804	0,00000572
Ксилол	616	0,0000902	0,00000286
Сероводород	333	0,0000492	0,00000156

Таблица 16 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от насосного блока

Вредное вещество	код	Валовой выброс (т/год)	Максимально разовый выброс (г/с)
Углеводородные предельные С1-С5	415	0,02820	0,008900
Углеводородные предельные С6-С10	416	0,01040	0,003300
Бензол	602	0,00014	0,000040
Толуол	621	0,00008	0,000030
Ксилол	616	0,00004	0,000010
Сероводород	333	0,00002	0,000007

Таблица 17 – Выбросы вредных веществ от установки переработки нефтешлама

Вредное вещество	код	Валовой выброс	Максимально разовый выброс
Углеводородные предельные С1-С5	415	0,9885653	0,0706956
Углеводородные предельные С6-С10	416	0,3656000	0,0262560
Бензол	602	0,0047789	0,0003385
Толуол	621	0,0029959	0,0002178
Ксилол	616	0,0015159	0,0001039
Сероводород	333	0,0008152	0,0000573

Расчет рассеяния загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, выполнен с учетом работы производственных объектов в летнее время.

Расположение источников загрязнения атмосферы друг относительно друга принято по заводской системе координат. Расчет выполнен на расчетном прямоугольнике шириной 500 и длиной 500 метров. Шаг расчетной сетки 100 метров по оси ОХ и 100 метров по оси ОУ.

При эксплуатации проектируемой установки переработки нефтешлама будет происходить загрязнение атмосферы за счет неорганизованного выброса вредных веществ (углеводороды, бензол, ксилол, толуол, метанол, серово-

дород). Согласно расчетам рассеяния, превышение гигиенического критерия не наблюдается ни по одному из веществ.

В таблице 18 представлены результаты расчета рассеяния выбросов загрязняющих веществ от установки утилизации нефтешлама.

Таблица 18 – Результаты расчета рассеяния выбросов загрязняющих веществ от установки УПНШ

Наименование загрязняющего вещества	Сумма C_m /ПДК по всем источникам, доли ПДК	Концентрация на границе СЗЗ, доли ПДК
Углеводородные предельные С1-С5	0,013000	0,007
Углеводородные предельные С6-С10	0,080000	0,004
Бензол	0,010000	0,005
Толуол	0,003000	0,002
Ксилол	0,004000	0,002
Сероводород	0,065000	0,033
Метанол	0,000015	0,000

2.6 Воздействие на водные и земельные ресурсы

Проектом расположение установки планируется на 600 метров от берега. При эксплуатации проектируемых объектов в рабочем режиме исключается их влияние на поверхностные и подземные воды. Не предусмотрен забор пресных вод из поверхностных источников для хозяйственно-бытовых и производственных нужд.

Производственно-дождевые сточные воды с технологических площадок по одноименной самотечной сети через дождеприемные колодцы и колодцы с гидрозатворами поступают в дренажно-канализационную емкость, откуда насосом перекачиваются в отстойник воды для очистки от механических примесей. После отстаивания сточные воды через систему ППД утилизируются в пласт.

Для предупреждения попадания в почву нефтепродуктов, под всеми технологическими установками, которые могут быть источником

загрязнения, выполнены бетонные площадки с бортиком высотой не менее 150 мм. На бетонных площадках устроены дождеприемники с подключением к сети производственно-дождевой канализации.

Воздействие на почвенно-растительный покров при строительстве площадки будет выражаться в следующем:

- разрушение естественного почвенно-растительного покрова на отводимых землях

Сравнительная характеристика проектируемого технологического решения и базового варианта утилизации нефтешлама с точки зрения негативного воздействия на атмосферу представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Экологическая характеристика технологического решения утилизации нефтешлама как загрязнителя атмосферы

Показатели	УПНШ, т/год
Способ утилизации	Переработка
Количество, т/год	4200,0000
Выбросы, т/год	1,3642713
2 класс	0,0055941
3 класс	0,0045119
4 класс	1,3541653
Продукты переработки, т/год	
Нефть	2856,0000
Вода	1344,0000

Выводы по разделу: рассмотрены воздействие на водные и земельные ресурсы и приведена экологическая характеристика технологического решения утилизации нефтешлама как загрязнителя атмосферы. Так же проведены расчеты материального баланса и описана технология переработки нефтесодержащих отходов.

Заключение

В итоге дипломной работы, тема которой «Совершенствование технологии утилизации нефтешлама за счет использования ультразвукового воздействия» можно сделать следующие выводы: современные методы утилизации нефтешламов недостаточно технологичны, энергоемки и требуют значительных капитальных вложений.

Согласно с целью была разработана технология утилизации нефтешлама с использованием ультразвука в промышленных условиях.

Были решены задачи, поставленные в соответствии с целью:

- изучены существующие методы и технологии утилизации нефтешлама;
- изучены условия образования нефтешлама в промышленных условиях и определены их физико-химические свойства;
- подобрана структура технологической схемы установки утилизации нефтешлама;
- проведена экологическая оценка предложенной технологии.

Итак, проектируемая установка с использованием ультразвука позволяет реализовать процесс обработки нефтешламов, ловушечных нефтей, а также неразрушенных эмульсий в виде промежуточных слоев и дренажных нефтесодержащих стоков, являющихся источниками формирования нефтесодержащих отходов, с получением нефтепродукта, имеющего товарную ценность.

Технологический процесс основан на реализации способа ультразвукового разрушения стойких нефтесодержащих дисперсий в водном растворе соответствующей композиции реагентов, с последующим разделением фаз.

Технологический процесс обработки нефтесодержащих отходов реализуется на установке обеспечивающей:

- транспортирование сырья на обработку;

- контактирование сырья с раствором реагентов при ультразвуковом воздействии;
- разделение полученной водозмульсионной дисперсии на нефть, воду (рабочий раствор), твердый осадок;
- сбор и откачку выделенной нефти;
- сбор и подачу воды (раствора) для дальнейшего использования в технологическом процессе;
- сбор твердого остатка.

При эксплуатации проектируемой установки переработки нефтешлама будет происходить загрязнение атмосферы за счет неорганизованного выброса вредных веществ (углеводороды, бензол, ксилол, толуол, метанол, сероводород). Согласно расчетам рассеяния, превышение гигиенического критерия не наблюдается ни по одному из веществ.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Алексеева Т.А., Теплицкая Т.А. Спектрофлуориметрические методы анализа ароматических углеводородов в природных и техногенных средах. - Л.: Гидрометеиздат, 1981. - 134 с.
2. Брондз Б.И., Купцов А.В., Расветалов В.А. и др. Оборудование для комплексной переработки и утилизации нефтешламов НПЗ // Тем. Обз. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1990 - 72 с.
3. Голубева М.Т. Влияние сточных вод содержащих нефть и нефтепродукты, на санитарное состояние водоемов и обоснование гигиенического нормирования их в воде водоемов //Производственные сточные воды. М.: Медгиз, 1960. - С. 14 – 33.
4. Изъюрова А.И. Скорость распада нефтепродуктов в воде и в почве //Гигиена и санитария. - 1950.Том 1.- С. 9 – 11.
5. Инновации; ред. Кочетов О.С. [Электронный ресурс]: - Режим доступа - <http://www.promvest.info/news/innovation.php>. - (дата обращения: 05.04.2020).
6. Компания чистые технологии [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.ctg.su/news/press>. - (дата обращения: 05.04.2021).
7. Лотош В. Е. Переработка отходов природопользования. Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2002.- 463 с.
8. Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [Электронный ресурс]: Определение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров. - Режим доступа: <http://logosoft.ru/knigi/vozduh/azs.html> – (дата обращения: 05.04.2020).
9. Миттела К.М. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. - М.: Мир, 1980. - 150 с.
10. Оборудование и услуги ООО «НПП Нефтегаз инжиниринг» [Электронный ресурс]: - Электрон. дан. (5 файлов, 178 тыс. записей). - М., -

Режим доступа: <http://www.neftegaz-npp.ru/uslugi-oborudov.htm>. - (дата обращения: 05.04.2020).

11. Программы для расчета выбросов загрязняющих веществ [Электронный ресурс]: Методика расчета выбросов вредных веществ в окружающую среду от неорганизованных источников нефтегазового оборудования. - Режим доступа: http://www.eco.ru/programms_main_air.html. - (дата обращения: 05.04.2021).

12. Промышленная безопасность в системе магистральных нефтепроводов [Электронный ресурс]: Фирма «Майснер Грундбау». - Режим доступа: http://www.pipeb.ru/book_view. - (дата обращения: 05.04.2020).

13. Рабочий проект «Реконструкция ЦПС месторождения». Том 2 «Охрана окружающей среды» - Нижневартовск, 2008. – 124 с.

14. Сайт организаций группы «Лукойл» [Электронный ресурс]: Установка СЕПС. - Режим доступа: <http://www.nvn.lukoil.com>. - Загл. с экрана.

15. Сайт фирмы «Альфа - Лаваль» [Электронный ресурс]: Установка переработки нефтешлама. - Режим доступа: <http://www.expoveb.ru>. - (дата обращения: 05.04.2020).

16. Сводный статистический отчет 2ТП - токсичный отходы «Сведения об образовании, поступлении, использовании и размещении токсичных отходов производства и потребления» (годовой): - Нижневартовск, 2007. – 96с.

17. Уфимский государственный нефтяной технический университет [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.deferum.ru/articles/articles/article12.html>. - Загл. с экрана.

18. Фердман В.М. Комплексная технология утилизации нефтешламов и ликвидации нефтешламовых амбаров в промышленных условиях: Дис. канд. техн. наук: 03.00.16. - Уфа: Монография, 2002. - 167с.

19. Хайдаров Ф.Р. Нефтешламы. Методики переработки и утилизации. - Уфа: Монография, 2003. - 74 с.

20. Andritz CPE [Электронный ресурс]: Установка переработки нефтешлама. - Режим доступа: <http://www.corpmedia.ru>. - (дата обращения: 05.04.2020).

21. CheGuide. Vapor Liquid Separator. [Электронный ресурс] URL: https://cheguide.com/vapor_liquid_separator.html (Дата обращения 26.06.2021).

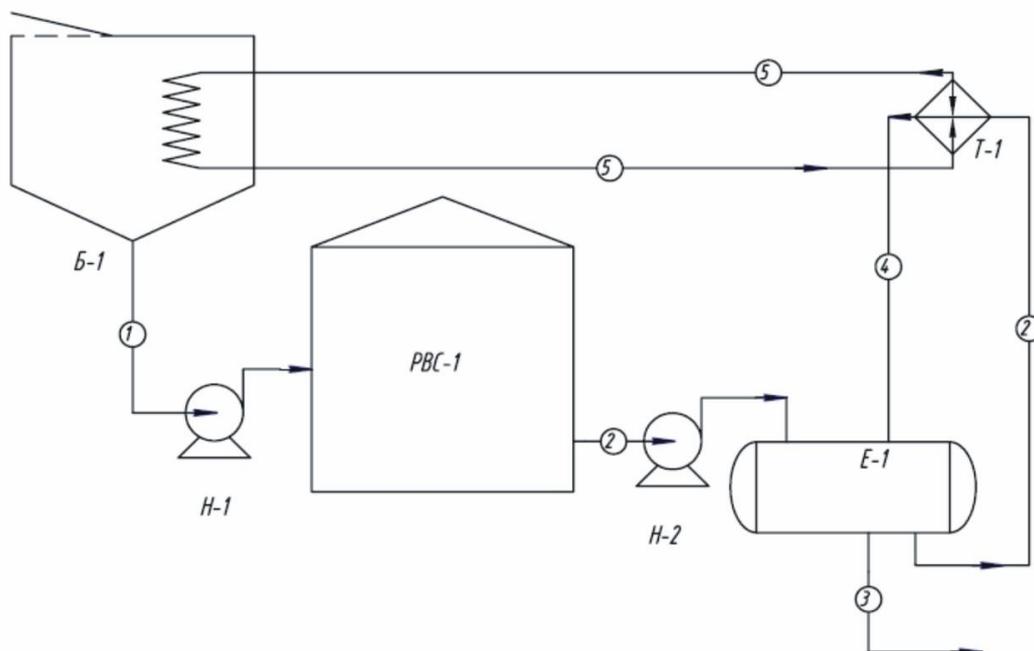
22. Herold K.E.; Radermacher R.; Klein S.A. Absorption Chillers and Heat Pumps, 2nd ed. Boca Raton, FL, USA : CRC Press Inc. 2016. P. 55.

23. Kharagpur. Vapour Absorption Refrigeration Systems Based On Ammonia-Water Pair [Электронный ресурс] URL:<https://nptel.ac.in/content/storage2/courses/112105129/pdf/RAC%20Lecture%2017.pdf> (Дата обращения 26.06.2021).

24. Lee J. D. Concise Inorganic Chemistry. London : CHAPMAN and HALL, 1991. P. 38.

25. PetroSkills. The Sounders-Brown Approach. [Электронный ресурс] URL: http://www.jmcampbell.com/tip-of-the-month/wp-content/uploads/2015/09/Sep_2015_Gas-Liquid-Separators-Sizing-Parameter-MM083015.pdf (Дата обращения 26.06.2021).

Схема переработки нефтешлама



1- Нефтешлам (степень обводненности 80%); 2- нефтешлам (степень обводненности 20%); 3- нефтешлам, нагретый до требуемой температуры; 4- перегретый нефтешлам; 5- теплоноситель

Рисунок А.1 – Схема переработки нефтешлама на основе горизонтальных декантерных центрифуг

Приложение Б

Схема обработки и утилизации нефтешлама

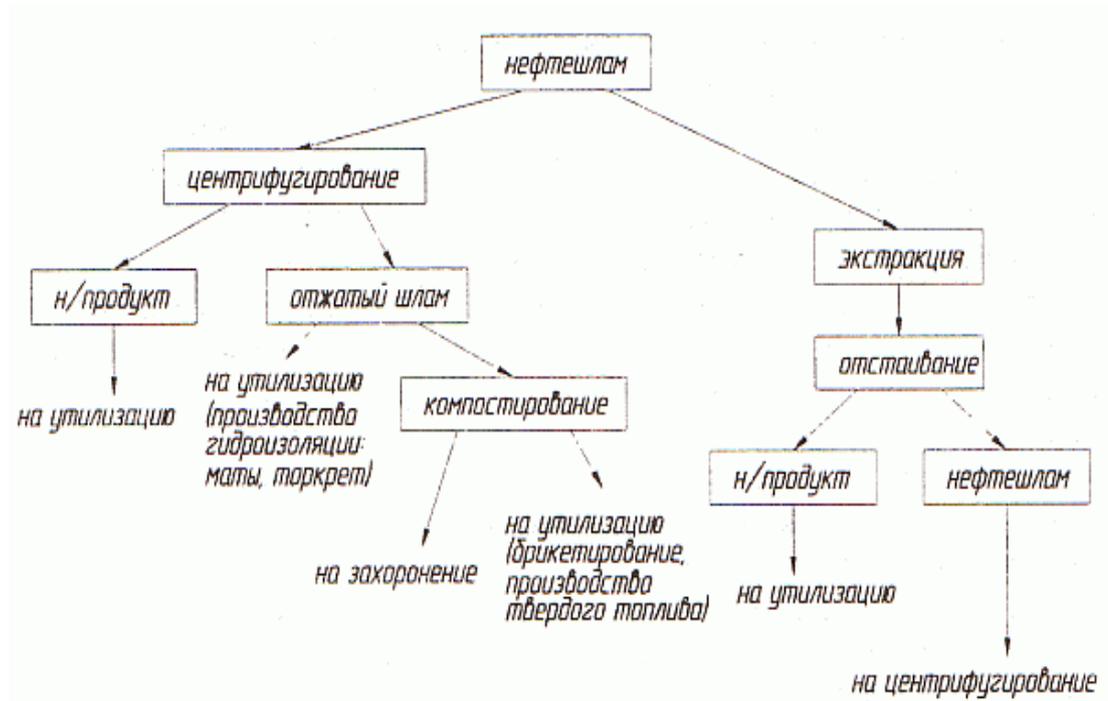
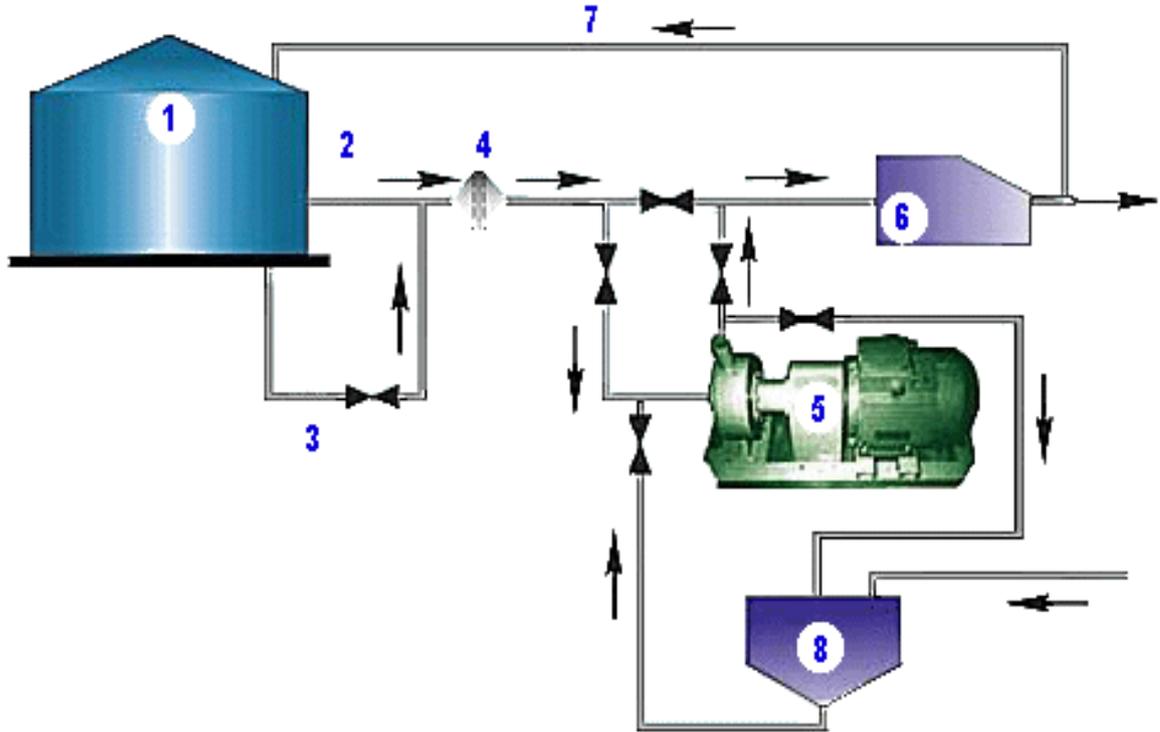


Рисунок Б.1 – Схема обработки и утилизации нефтешлама УГНТУ

Технологическая схема утилизации твердых нефтешламов



1 - резервуар для хранения мазута (или СНО); 2 - линия подачи мазута на сжигание; 3 - линия подачи подтоварной воды; 4 - фильтр грубой очистки; 5 - установка ВКИ; 6 - насос подачи мазута; 7 - линия рециркуляции мазута; 8 - обогреваемая емкость для гомогенизации мазута (или СНО) и нефтешламов.

Рисунок Г.1 - Технологическая схема утилизации твердых нефтешламов