

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа
Кафедра Технологические машины и оборудования нефтегазового
комплекса

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Э.А. Петровский
« ____ » _____ 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

направление 15.03.02 «Технологические машины»
профиль 15.03.02.01 «Проектирование технических и технологических
КОМПЛЕКСОВ»

**Технологическая установка для депарафинизации нефти
термическим методом в процессе нефтеподготовки**

Руководитель _____ к.т.н., доцент В.Г. Жуков
Выпускник _____ Е.В. Юдин

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа
Кафедра Технологические машины и оборудования нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Э.А. Петровский
« ____ » _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Юдину Евгению Валерьевичу

Группа НБ 12-02

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины»

Профиль 15.03.02.01 Проектирование технических и технологических комплексов

Тема выпускной квалификационной работы «Технологическая установка для депарафинизации нефти термическим методом в процессе нефтеподготовки»

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР В.Г. Жуков, доцент кафедры ТМиОНГК, Институт нефти и газа Сибирского федерального университета

Исходные данные для ВКР: В работе рассматривается технологическая установка, предназначенная для депарафинизации нефтяных масел термическим методом в процессе нефтеподготовки.

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР):

Введение. Актуальность темы и современное состояние проблемы

Раздел 1 – Литературный обзор. Литературный обзор методов депарафинизации. Теоретические основы выбранного метода. Обоснование параметров выбранного метода. Технологическая схема производства. Заключение литературного обзора и постановка задач.. Отчёт о патентных исследованиях (способы и устройства очистки нефти от парафинистых углеводородов) выполнить отдельным приложением к бакалаврской работе.

Раздел 2 – Конструкторско-технологический раздел. Разработка технологической схемы установки. Расчет и подбор вспомогательного оборудования. Тепловой баланс кристаллизатора. Конструктивный расчет размеров

Раздел 3 – Эксплуатация и ремонт. Монтаж и эксплуатация средств автоматизации. Выполнение графика текущего и капитального ремонта. Охрана труда, противопожарные мероприятия

Заключение. Выводы по результатам выполненной работы.

Перечень графического и иллюстративного материала: Технологическая схема с описанием принципа работы установки (1 лист формата А3), чертёж

общего вида аппарата депарафинизации (1 лист формата А3), презентация (12 –16 страниц).

Руководитель ВКР _____ В.Г. Жуков

Задание принял к исполнению _____ Е.В. Юдин

«___» _____ 2016 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа по теме «Технологическая установка для депарафинизации нефти термическим методом в процессе нефтеподготовки» содержит 81 страниц текстового документа, 7 рисунков, , 10 использованных источников, 2 листа графического материала.

Цель работы: Проанализировать существующие методы депарафинизации нефтяных фракций, выбрать и рассчитать технологическую установку для депарафинизации нефтяных фракций в процессе нефтеподготовки.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) анализ существующих технологий депарафинизации
- 2) анализ конструкций технологических установок термической депарафинизации
- 3) подбор технологического оборудования для термической депарафинизации
- 4) расчет основных технологических параметров установки
- 5) разработка требований по безопасности при работе на технологической установке термической депарафинизации
- 6) разработка мероприятий по эксплуатации и ремонту при аварии

Содержание

Введение	7
1. Литературный обзор.....	9
1.1 Литературный обзор существующих методов депарафинизации нефтепродуктов	9
1.2. Теоретические основы выбранного метода	12
1.3. Обоснование параметров выбранного метода	17
1.4. Технологическая схема производства	27
1.4.1 Основные стадии производства, их краткая характеристика	27
1.4.2. Принципиальная схема установки депарафинизации	30
1.5. Заключение к литературному обзору	36
2. Конструкторско-технологический раздел.....	37
2.1 Разработка технологической схемы установки	37
2.2. Расчет и подбор вспомогательного оборудования	41
2.3 Тепловой баланс кристаллизатора	45
2.4 Конструктивный расчет размеров	50
3. Мероприятия по эксплуатации и ремонту при аварии.....	51
3.1 Монтаж и эксплуатация средств автоматизации	51
3.2 Выполнение графика текущего и капитального ремонта	57
3.3 Охрана труда, противопожарные мероприятия	61
Заключение	65
Список использованных источников	66
ПРИЛОЖЕНИЕ А	68

Введение

Нефть является одним из основных источников органического сырья. Примерно 25 % мировой химической продукции выпускается на основе нефти и газа.

Многие продукты нефтехимической промышленности используются как сырьё в различных видах отрасли, таких как различные виды грузоперевозок, ракетная отрасль и другие. К таким видам продуктов относятся синтетические моторные и ракетные топлива, смазочные масла, присадки, улучшающие свойства топлив и масел, антифризы, препятствующие замерзанию охлаждающих жидкостей, тормозные и гидравлические жидкости.

Нефтяными маслами называются продукты переработки высококипящих фракций нефти, применяемые для смазки трущихся поверхностей механизмов и машин. Нефтяные масла представляют собой сложную смесь углеводородов.

Общим требованием, предъявляемым всем нефтяным маслам независимо от целей, для которых они предназначаются, является необходимость сохранения их подвижности при температурах применения. Для выполнения данного условия нефтяные масла не должны содержать значительных количеств твердых парафиновых углеводородов, которые, выкристаллизовываясь из масла, повышают вязкость масла и понижают текучесть сырья.

Для получения из парафинистых нефтей масел с достаточно низкими температурами застывания в технологию производства масел необходимо вводить процесс депарафинизации. В настоящее время процесс депарафинизации является неотъемлемым звеном технологической цепи

нефтеперерабатывающих заводов масляного направления, на которых перерабатывают парафинистые нефти.

Кроме того, парафины, нежелательные в нефтяных маслах, после выделения в процессе депарафинизации и обезмасливания являются ценными продуктами (технические парафины и технические церезины).

Депарафинизацию применяют не только в производстве масел. В дизельных топливах и некоторых других продуктах присутствие твердых кристаллических углеводородов также недопустимо. Поэтому для получения низкозастывающих сортов этих продуктов, а также для расширения сырьевых ресурсов для их производства применяет процесс депарафинизации.

Процессы депарафинизации относятся к числу наиболее технически сложных процессов технологии переработки нефти. Поэтому особенно важное значение имеет выбор наиболее благоприятных условий их осуществления и оптимальных режимов проведения. Такой выбор может быть сделан только на основе правильного понимания принципов данных процессов и закономерностей, ими управляющих. В связи с этим значительное внимание уделяется рассмотрению теоретических проблем, относящихся к процессу депарафинизации.

Целью данной работы является обзор технологического оборудования для депарафинизации нефти. Основными задачами выпускной работы являются изучение технологий депарафинизации нефти и выбор оптимального оборудования для данного процесса.

1. Литературный обзор

1.1 Литературный обзор существующих методов депарафинизации нефтепродуктов

Депарафинизация – это процесс удаления из масел парафиновых углеводородов. Целью процессов депарафинизации нефтяных продуктов является удаление из них высокозастывающих кристаллических компонентов — парафинов, чтобы понизить их температуру застывания, а в ряде случаев также и получить выделяемый парафин в качестве целевого продукта. Парафины можно выделять при помощи разнообразных технических средств, основанных на различных физико-химических принципах. Существует несколько методов депарафинизации.

1) Депарафинизации кристаллизацией (термическим методом) - процесс депарафинизации, образованный на свойстве парафинов, находящихся в нефтепродуктах, при снижении температуры выкристаллизовывается из них. Данный способ депарафинизации кристаллизацией используют в двух вариантах: с растворителями и без них. Кристаллизация без растворителей допустима для масел с низкой вязкостью и газойля. Фракцию охлаждают рассолом и отделяют парафиновый гач (твердую лепешку), в котором еще содержится до 30 % жидких углеводородов. Для их отделения проводится «выпотевание». Более распространена кристаллизация с использованием селективных растворителей, чаще всего со смесью низших кетонов и ароматических углеводородов. Вначале фракцию растворяют и охлаждают до минус 5 – минус 30°C, выпавший осадок вторично кристаллизуют из растворителя.

2) Карбамидная депарафинизация – процесс, образованный на свойстве парафинов формировать твердые нерастворимые соединения с некоторыми

веществами, например с карбамидными соединениями (мочевина). Также такие соединения в некоторых источниках называют комплексами. В данных процессах парафин из раствора выделяют не охлаждением, а посредством связывания его в такие нерастворимые комплексы. Комплекс от депарафинированного раствора отделяют фильтрацией, центрифугированием или отстаем. Глубина депарафинизации при данных процессах зависит в основном от кратности обработки исходного продукта карбамидом.

3) Экстракционная депарафинизация – процесс, образованный на свойстве разных растворителей по-разному растворять низкозастывающие и высокозастывающие компоненты нефтяных продуктов, что позволяет извлекать низкозастывающие компоненты экстрагированием такими растворителями.

4) Адсорбционная депарафинизация – основан на свойстве парафинов адсорбироваться некоторыми твердыми телами. В качестве адсорбционного материала возможно использование цеолитов. Данный процесс состоит из двух стадий: адсорбции и десорбции. Адсорбцию можно проводить в газовой и жидкой фазе при температуре до 300 – 350 °С и разном давлении. Десорбцию парафинов можно проводить снижением давления, повышением температуры, вытеснением другими веществами (Н-пентаном, аммиаком) или комбинацией этих способов. Данный способ депарафинизации применим к любым фракциям, дает высокую степень извлечения Н-парафинов (80 – 98 %), которые получают в чистом виде (98,0 – 99,2 %).

Из вышеперечисленных методов депарафинизации промышленное распространение получил депарафинизация кристаллизацией (или депарафинизация термическим методом). Данный метод в настоящее время применяется с использованием селективных растворителей. Применение селективных растворителей дает существенные преимущества:

- кристаллы парафинов при охлаждении формируются крупные, правильной формы и легко отделяются от масла;

- применяется по всем фракциям.

При депарафинизации масел кристаллизацией с применением селективных растворителей необходима регенерация растворителя. Существует несколько способов регенерации: простая перегонка, ректификационная и экстрактивная перегонка.

Простая перегонка (дистилляция) – способ разделения смеси жидких веществ, основанный на различной температуре кипения компонентов смеси. Простая перегонка представляет собой процесс разделения двухкомпонентной системы за счет разницы температур кипения. При перегонке смесь нагревают до температуры кипения, пары низкокипящего компонента конденсируются в теплообменнике и конденсат выводится из системы.

Ректификацией называют процесс разделения жидкостей различающихся по температурам кипения за счет противоточного многократного контакта паров и жидкости, при этом пар обогащается низкокипящим компонентом, а жидкость – высококипящим компонентом.

Экстрактивная перегонка основана на подборе растворителя, который будет растворять только масляные углеводороды и не растворять парафиновые или наоборот. Таким образом депарафинизацию можно будет осуществлять извлечением либо масла, либо парафинов из нефтепродуктов.

В выпускной работе для регенерации растворителя применяется простая перегонка, так как основной продукт и растворитель имеют довольно большой интервал между температурами кипения и оформление процесса не требует дополнительных материальных и энергетических затрат.

1.2. Теоретические основы выбранного метода

Процессы депарафинизации нефтяных продуктов кристаллизацией по технологическому оформлению являются весьма многочисленными. Также они весьма разнообразны. Отличаются они по условиям кристаллизации, применению и типу используемых растворителей, способу отделения выкристаллизовавшегося парафина от депарафинированного раствора и другим технологическим признакам. Классификацию этих процессов удобно провести по типу применяемых растворителей, разделив их на следующие группы: депарафинизация непосредственно кристаллизацией без растворителей, депарафинизация в углеводородных растворителях-разбавителях или в избирательных полярных растворителях.

Депарафинизация без растворителей

Процесс депарафинизации без растворителей является наиболее менеезатратным и простым по сравнению с остальными. В данных процессах сырьё охлаждается в кристаллизационных устройствах до нужной температуры и выкристаллизовавшийся парафин из охлажденного продукта удаляется фильтрацией под повышенными давлениями. В результате фильтрации получают два продукта: фильтрат, являющийся депарафинированным маслом, и гач, представляющий собой концентрат парафина с содержанием парафина примерно 60—80%. Гач направляется на дальнейшую переработку для изготовления технического парафина-сырца, а из него после очистки получают товарный технический парафин.

Недостатком данных процессов депарафинизации, осложняющим их использование, является высокая вязкость жидкой фазы обрабатываемых продуктов при температуре фильтрации. Вследствие данного область применения процессов депарафинизации кристаллизацией без растворителей ограничивается переработкой сырья низкой вязкости с ограниченным

верхним пределом температуры кипения, хорошо отректифицированного от высококипящих фракций для сохранения его крупнокристаллической структуры.

Депарафинизация в углеводородных растворителях-разбавителях

Для устранения осложнений и ограничений возможностей процессов депарафинизации, вызываемых высокой вязкостью жидкой фазы перерабатываемых продуктов при температуре фильтрации, прибегают к снижению вязкости данных продуктов путем разбавления маловязкими растворителями-разбавителями. Для наиболее высокого снижения вязкости при минимальном расходе разбавителя стараются брать наиболее маловязкие углеводородные продукты, в качестве которых применяют легкие узкие фракции бензинов (нафту), гексан, гептан. При аппаратурном оформлении процесса, позволяющем проводить все основные технологические операции под повышенным давлением, используют сжиженные нефтяные газы, главным образом жидкий пропан.

При применении разбавителей значение вязкости исходного сырья отходит на второй план, что позволяет расширить ассортимент перерабатываемого сырья и проводить депарафинизацию даже таких высоковязких продуктов, какими являются тяжелые остаточные масла. Разбавление сырья растворителями позволяет также понизить температуру депарафинизации, поскольку связанное с понижением температуры возрастание вязкости жидкой фазы может быть ликвидировано повышением разбавления. Возможность понижения температуры депарафинизации позволяет полнее извлекать парафин и получать депарафинированный продукт со значительно более низкими температурами застывания, чем при депарафинизации без растворителей.

Однако применение растворителей требует корректировки технического оформления процесса. Всё оборудование, в том числе и

разделительные устройства, приходится тщательно герметизировать и монтировать с соблюдением всех норм безопасности. Появляется необходимость сооружения дополнительной аппаратуры для отделения растворителей от продуктов депарафинизации, в частности газовых отходов. Также сильно возрастают объемы перерабатываемых продуктов, приходящихся на единицу депарафинируемого сырья, что требует увеличения энергетических затрат и т. д. Ещё одним недостатком является большая температурная разница между температурой застывания нефти и температурой самого процесса.

Депарафинизация в избирательных полярных растворителях

Низкий температурный эффект процессов депарафинизации группы с углеводородными растворителями определяется слишком высокой растворяющей способностью используемых углеводородных разбавителей в отношении застывающих компонентов. Для увеличения температурного эффекта депарафинизации к углеводородному растворителю-разбавителю добавляют растворитель-осадитель, обладающей сниженной растворяющей способностью к перерабатываемому сырью, особенно к его застывающим элементам. Растворитель-осадитель добавляют в депарафинизируемый раствор в таких количествах, чтобы при существенном понижении растворимости застывающих элементов низкозастывающие элементы оставались полностью в растворенном состоянии. В качестве растворителей-осадителей используют легкокипящие полярные растворители, в частности ацетон, метилэтилкетон, дихлорэтан и др. В качестве же углеводородного компонента обычно берут низкокипящие ароматические углеводороды — толуол и его смеси. Данные углеводороды хорошо растворяют низкозастывающие масла. Группу, в которую включают дополнительные растворители, выбирая их по параметрам температурного баланса, называется группой депарафинизации с избирательными растворителями.

При введении в состав растворителя полярного осадителя все положительные особенности, отмечавшиеся выше для процессов депарафинизации в растворе углеводородных разбавителей сохраняются. Но вместе с тем в значительной мере устраняется такой серьезный недостаток, как низкий температурный эффект депарафинизации.

Важным является также и действие добавки растворителей-осадителей на кристаллическую структуру выделяющегося парафина. Как было рассмотрено ранее, добавка растворителя-осадителя к раствору, содержащему мелкокристаллический парафин, вызывает при соответствующих условиях собирание отдельных кристалликов в хлопья и агрегаты наподобие коагуляции коллоидных растворов. Если же кристаллизация идет в присутствии растворителя-осадителя, заранее введенного в раствор, то агрегаты могут формироваться уже при самом процессе кристаллизации. При объединении мелкокристаллических образований парафина в присутствии растворителя-осадителя в агрегаты становится возможным отделение твердой фазы от раствора фильтрацией или центрифугированием даже при переработке наиболее тяжелого нефтяного сырья.

Проведение депарафинизации в среде избирательных растворителей расширяет возможности данных процессов и делает их весьма гибкими и универсальными. Изменяя в составе избирательного растворителя соотношение между растворителем-осадителем и углеводородным растворителем, а также варьируя величиной разбавления и температурой депарафинизации, можно в значительных пределах изменять как глубину, так и четкость депарафинизации перерабатываемых продуктов. При помощи избирательных растворителей становится возможным парафинировать практически любое нефтяное сырье, начиная от наиболее легких дистиллятных масел и дистиллятов дизельных топлив и кончая самыми тяжелыми остаточными продуктами. Можно также проводить

депарафинизацию до любой температуры застывания, которую только позволяют достичь содержащиеся в перерабатываемом сырье низкозастывающие компоненты.

По технологическому оформлению процессы депарафинизации с применением избирательных растворителей состояются из таких же операций, как и процессы, в которых применялись чисто углеводородные растворители-разбавители. В эти процессы входят: разбавление сырья растворителем, охлаждение и кристаллизация, отделение выкристаллизовавшегося парафина от депарафинированного раствора и регенерация растворителей из продуктов депарафинизации.

Отделение твердой фазы от маточного раствора как для дистиллятного, так и для остаточного сырья в большинстве случаев осуществляется фильтрацией на барабанных вакуумных фильтрах непрерывного действия. Но при переработке остаточного сырья с применением избирательных растворителей высокой плотности, например дихлорэтана и его смесей с бензолом, для отделения твердой фазы от раствора применяют и центрифугирование. Избирательные растворители из продуктов депарафинизации регенерируют так же, как и при углеводородных разбавителях, перегонкой. Однако технологическое оформление процессов регенерации избирательных растворителей оказывается несколько сложнее, чем углеводородных растворителей-разбавителей, поскольку при регенерации избирательных растворителей приходится принимать специальные меры для достаточной осушки их от воды, обычно трудно отделяемой от данных растворителей.

1.3. Обоснование параметров выбранного метода

Для регенерации растворителя из раствора фильтрата при депарафинизации масел используют метод простой перегонки, который осуществляется в тарельчатых ректификационных колоннах. Фильтрат и растворитель предварительно нагревают насыщенным водяным паром.

Эффективность процесса депарафинизации кристаллизацией при помощи растворителей зависит от следующих факторов:

- состава растворителя, его качества и содержания влаги в нем;
- кратности разбавления сырья растворителем;
- качества сырья;
- термической обработки сырья и скорости охлаждения смеси сырья с растворителем;
- температура растворителя;
- способов ввода растворителя в сырье.

Состав растворителя, его качества и содержание влаги в нем.

В качестве растворителя в процессе депарафинизации широко распространены смеси ароматических углеводородов (бензола и толуола) с кетонами (ацетоном или метилэтилкетонем).

В настоящее время в промышленности широко используют двойные растворители (кетон с толуолом). Опыт эксплуатации установок депарафинизации в последние годы показывает, что применение двойных растворителей (ацетон - толуол или метилэтилкетон - толуол) обеспечивают достаточную эффективность процесса. Выделение твердых углеводородов из растворов полярных или неполярных растворителей носит разный характер.

В неполярных растворителях (например в толуоле) твердые углеводороды при температуре плавления растворяются неограниченно, причем их растворимость уменьшается с повышением плотности растворителя. Высокая растворимость твердых углеводородов в неполярных растворителях требует для их выделения глубокого охлаждения. Неполярные растворители имеют еще ряд недостатков: малая избирательность, приводящая к высокому содержанию масла в твердой фазе, необходимость малых скоростей охлаждения раствора, и, как следствие снижение производительности установок.

В полярных растворителях (например в метилкетоне) твердые углеводороды растворяются только при повышенных температурах. Однако при низких температурах многие из растворителей данного типа плохо растворяют жидкие компоненты масляных фракций, что приводит к выделению из раствора вместе с твердыми углеводородами моноциклических компонентов.

Кроме того, присутствие данных компонентов в гаче или в петролатуме осложняет производство высококачественных парафинов и церезинов.

В связи с этим большая часть растворителей представляет собой смеси, в которых один из компонентов (полярный растворитель) является осадителем твердых углеводородов, а другой (неполярный растворитель) – растворителем жидкой части масляного сырья.

При повышении числа атомов углерода в радикале полярного растворителя усиливаются его дисперсные свойства, а следовательно, и растворяющая способность по отношению к твердым углеводородам.

Изучение растворимости циклических углеводородов в смесях кетонов с толуолом показало, что в силу больших дисперсионных свойств метилэтилкетона по сравнению с ацетоном из растворов, как в чистом

растворителе, так и в смеси его с толуолом нафтеновые и ароматические углеводороды выделяются в меньшем количестве. Метилэтилкетон обладает лучшей растворяющей способностью по отношению к масляным углеводородам, чем ацетон. Поэтому в составе растворителя его содержится больше, чем ацетона. Обычно содержание метилэтилкетона увеличивается в растворителе при депарафинизации масел и составляет 45-55 % (иногда до 65 %). При большем содержании метилэтилкетона увеличивается скорость фильтрования и снижается температура застывания масла. Выход масла при этом несколько снижается так как растворимость масла в метилэтилкетоне хуже, чем в толуоле. При меньшем содержании метилэтилкетона в растворителе значительно повышается температура застывания масла за счет лучшей растворимости парафинов в ароматических углеводородах. Оптимальный состав растворителя определяется опытным путем для конкретного рафината в зависимости от требуемых качеств депарафинизированного масла.

В метилэтилкетоне хорошо растворяется вода, но присутствие воды в растворителе ухудшает растворимость масла и его фильтрование в виду забивания фильтрующей ткани кристаллами льда. Использование сильно обводненного растворителя приводит к тому, что при охлаждении смеси сырья с таким растворителем образуется большое количество мелких кристаллов льда, которые служат центрами для роста кристаллов парафина. В результате кристаллизации формируются малые кристаллы парафинов, которые отфильтровываются значительно труднее крупных. Производительность установки при этом снижается, уменьшается выход масла и ухудшается качество депарафинизированного масла. Особенно нежелательна влага в растворителе, подаваемом на промывку фильтров.

Кратность разбавления сырья растворителем.

Большое значение в процессе депарафинизации имеет количество растворителя, подаваемого в сырье при его кристаллизации и фильтрации. При недостаточном количестве растворителя повышается вязкость смеси, то есть затрудняется рост кристаллов парафина в кристаллизаторах, увеличивается потери напора при прокачивании смеси сырье – растворитель через кристаллизаторы. Для предотвращения понижения давления снижают производительность установки по сырью, что ухудшает экономические результаты работы установки. Кроме того, высокая вязкость способствует частой поломки кристаллизаторов. Фильтрование смеси, содержащей недостаточное количество растворителя не позволяет также наиболее четко разделить охлажденную смесь масло и парафин.

Однако и чрезмерное количество растворителя нецелесообразно, так как повышается расход энергоресурсов на перекачивание и регенерацию излишнего растворителя.

Возможно при этом и повышение температуры застывания масла в виду большей растворимости парафинов в растворителе. Обычно общее количество растворителя, подаваемого на разбавление сырья, в 2-4 раза превышает количество сырья в зависимости от качества сырья и температуры застывания депарафинизированного масла. При депарафинизации дистиллятного сырья отношение сырья: растворителя составляет 1 к 2-3, а при глубокой депарафинизации 1 к 3-4. Для остаточного сырья кратность растворителя к сырью составляет 1 к 2,5-4.

Качество сырья.

Одним из основных факторов, определяющих степень выделения и скорость отделения твердых углеводородов от жидкой фазы в процессе депарафинизации и обезмаслевания, является качество сырья.

Наилучшие условия образования кристаллов достигаются при депарафинизации рафинатов узких масляных фракций, так как содержащиеся в них парафиновые углеводороды более однородного состава. Небольшая добавка остаточного рафината к дистиллятному значительно ухудшают фильтруемость масла в результате образования большого количества мелких кристаллов, забивающих фильтровальную ткань. Большая часть твердых углеводородов относится к изоморфным веществам, то есть они способны к совместной кристаллизации с образованием смешанных кристаллов, и в зависимости от условий выделения из растворов эти кристаллы могут быть разных размеров и структур. При прочих равных условиях форма и размер кристаллов определяется фракционным составом сырья.

С повышением пределов выкипания фракции уменьшается полнота отделения кристаллов твердых углеводородов от растворов масляной части, что связано с повышением концентрации твердых углеводородов и изменением их химического состава. При охлаждении раствора сырья с большим содержанием твердых углеводородов в соответствующем растворителе в начальный момент кристаллизации образуется слишком много зародышей кристаллов, на которых при дальнейшем охлаждении кристаллизуются выделяющиеся из раствора твердые углеводороды. В этом случае конечные кристаллы имеют малые размеры, что приводит к уменьшению скорости фильтрования и увеличению содержания масла в твердой фазе.

Рост кристаллов определяется типом углеводородов, выделяющихся из растворов в виде зародышей, на которых после кристаллизуются остальные компоненты твердой фазы.

Наличие в дистиллятном рафинате компонентов, выкипающих выше 500°C, приводит к повышению концентрации твердых углеводородов с разветвленной структурой. В результате при охлаждении формируются

мелкие смешанные кристаллы. Фракционный состав многокомпонентной системы твердых углеводородов, образование кристаллов той или иной формы оказывают большое влияние и на качество полученных парафинов.

С повышением пределов выкипания фракции растет ее вязкость, что затрудняет диффузию молекул твердых углеводородов к образовавшимся центром кристаллизации, так как при этом увеличивается радиус сферы, из которой молекулы твердой фазы могут достичь зародышей кристаллов. При этом формируются дополнительные центры кристаллизации, уменьшая тем самым конечные размеры кристаллов, что отрицательно сказывается на получении глубокообезмасленных парафинов.

Непосредственное выделение твердых углеводородов из масляных фракций охлаждением возможно только при переработки маловязких парафинистых дистиллятов, целью которой является получение парафинов определенного назначения.

Кристаллизация твердых углеводородов при депарафинизации и обезмасливания зависит от глубины очистки рафинатов, которая характеризуется степенью извлечения смол и полициклических ароматических углеводородов. Смолы при малой концентрации в растворе тормозят образование зародышей кристаллов твердых углеводородов и практически не влияют на рост уже образовавшихся кристаллов правильной орторомбической структуры. В результате из-за снижения числа зародышей кристаллов в конечном итоге получают более крупные кристаллы, чем в отсутствие смол. Следовательно, для каждого вида сырья должны быть подобраны условия селективной очистки, обеспечивающие оптимальное содержание смол в рафинате и позволяющие проводить процесс депарафинизации и обезмасливания наиболее эффективно и экономично.

Термическая обработка сырья и скорость охлаждения смеси сырья с растворителем.

Термическая обработка сырья перед охлаждением имеет существенное значение для депарафинизации масел. Хранение рафинатов при температурах, близких к температурам застывания, способствует образованию в них кристаллов.

Выделить масло из таких кристаллов трудно. Поэтому перед охлаждением масло необходимо нагреть до температуры, превышающей на 25-30°C температуру помутнения масла, парафины при этом полностью растворяются в масле.

Образование крупнокристаллической структуры твердых углеводородов способствует быстрому и четкому отделению твердой фазы от жидкой. Крупные кристаллы твердых углеводородов, отлагаясь на фильтровальной ткани, образуют пористую гачевую лепешку, которая хорошо пропускает через себя жидкость и хорошо промывается растворителем от остатков масла.

Гачевая лепешка из мелких кристаллов обладает плохой проницаемостью, в результате чего скорость фильтрации может оказаться недопустимо низкой.

Количество масла, оставшегося в гачевой лепешки, зависит только от проницаемости лепешки, но и от формы кристаллов твердых углеводородов, если кристаллы имеют дендритную или агрегированную структуру, то они отлагаясь на поверхности фильтровальной ткани, образуют множество горизонтальных капилляров и трещин, заполненных жидкостью.

Эту жидкость на протяжении всего цикла фильтрации не удастся удалить, поэтому в гачевой лепешке остается много масла.

Агрегированные кристаллы возникают при избытке полярного растворителя при депарафинизации преимущественно остаточных рафинатов. Они представляют собой скопление кристаллов в виде хлопьев. Гачевая лепешка, состоящая из сильно агрегированных кристаллов имеет масляный вид.

Основным фактором, определяющим образование крупных кристаллов твердых углеводов, легко отделяемых от жидкой фазы, является скорость охлаждения растворов сырья, то есть число градусов, на которое охлаждается. Смесь сырья с растворителем в единицу времени.

Охлаждать смесь от температуры термической обработки до температуры начала кристаллообразования можно с большей скоростью, так как эта скорость не влияет на процесс образования кристаллов. При дальнейшем охлаждении скорость ограничивается, потому что при быстром охлаждении образуется значительное количество кристаллов не только высокоплавных, но и низкоплавных парафинов. Образующиеся мелкие кристаллы, соответственно, плохо фильтруются.

При оптимальной скорости охлаждения в начальный период кристаллизации и в период кристаллизации основной массы парафинов получается меньше кристаллов, но более крупных, от них масло отделяется легко при фильтровании и промывке. Эта скорость находится для каждого вида сырья и растворителя опытным путем. Обычно при депарафинизации дистиллятных масел скорость охлаждения при выкристаллировании составляет 100-130°С/час. После кристаллизации основной массы парафинов можно повысить скорость охлаждения до 300°С/час и более.

Температура растворителя.

Большое значение имеет температура растворителя, подаваемого к сырью. Если температура растворителя значительно ниже температуры

сырья, то происходит скачкообразное понижение температуры сырья, что приводит к появлению дополнительных центров кристаллизации. Если температура на пять и более градусов выше температуры сырья, то происходит повышение температуры смеси и растворение образовавшихся ранее кристаллов. Если температура растворителя на 3-5 градусов ниже, то происходит растворение центров кристаллизации, образовавшихся от неравномерного охлаждения, а сами кристаллы не затрагиваются, что благоприятно влияет на рост кристаллов, а так же не нарушается общий температурный режим кристаллообразования.

Большое влияние на характер кристаллизации оказывает влажность растворителя. Растворитель, содержащий воду, крайне не желательно подавать сырью с температурой выше 0°C в связи с тем, что вода снижает растворяющую способность растворителя, ухудшая условия кристаллизации.

Кристаллики льда такого влияния на процесс кристаллизации не оказывают, поэтому в промышленных условиях растворитель, содержащий воду, необходимо предварительно охладить до температуры ниже 0 °С, а после добавлять к сырью.

Способы ввода растворителя в сырье.

Результат процесса депарафинизации в значительной степени зависит от способа ввода растворителя в сырье. При однократном вводе сырье сразу значительно разбавляется растворителем, тем самым ухудшаются условия зарождения кристаллов парафина. Последнее приводит к образованию крупных агрегированных кристаллов, затрудняющих отделение масла от парафина при фильтровании. Поэтому растворитель доставляют к сырью порциями. В начале в сырье вводят 70-100 % растворителя (по отношению к сырью), чтобы снизить вязкость смеси и облегчить рост сравнительно крупных, но не агрегированных кристаллов парафина, легко отделяющихся от масла при фильтровании. аПосле перед аммиачными кристаллизаторами

добавляют новую порцию растворителя (60-100 % по отношению к сырью) для предотвращения застывания смеси. Это разбавление снижает концентрацию масляных углеводов в растворителях и способствует смыванию масла с поверхности парафиновых кристаллов. Следующую порцию растворителя (60-100 %) подают в конце охлаждения, назначение конечного разбавления – снизить вязкость раствора масла и таким образом улучшить фильтруемость масла через ткань барабана вакуум-фильтра. При депарафинизации остаточного рафината на первоначальное разбавление подают максимальное количество растворителя, значительно снизив подачу его на промежуточное и конечное разбавление.

За рубежом применяют процесс, в котором в сырье сразу подают все количество охлаждаемого до низкой температуры растворителя. При этом используют кристаллизаторы специальной конструкции.

Для промывки гачевой лепешки от масла непосредственно на ее поверхность так же подают растворитель в количестве 50-100 % от сырья. Это способствует лучшему вымыванию масла из гачевой лепешки и улучшает условия поддержания вакуума в барабане фильтра. Для каждого конкретного вида сырья на промывку лепешки гача, количество растворителя подбирают опытным путем. При депарафинизации более вязкого сырья и для получения масла с более низкой температурой застывания требуется больше растворителя.

1.4. Технологическая схема производства

1.4.1 Основные стадии производства, их краткая характеристика

Установка депарафинизации масел состоит из нескольких отделений: отделения кристаллизации, фильтровального отделения, отделения регенерации растворителя и системы инертного газа, холодильного отделения.

Отделение кристаллизации

Сырье из резервуара промежуточного пара насосом прокачивается через теплообменник, где нагревается водяным паром до 70-75°C, подвергаясь термической обработки. Цель термической обработки - растворение кристаллов твердых парафинов, которые образуются при хранении сырья в резервуаре. После в холодильнике сырье охлаждается водой и поступает в первый кристаллизатор.

Из кристаллизатора сырье поступает на прием насоса. Для начального разбавления сырья подают влажный растворитель. Смесь сырья и растворителя насосом прокачивается последовательно через систему регенеративных и аммиачных кристаллизаторов. В них смесь сырья и растворителя постепенно охлаждается до температуры кристаллизации твердой части сырья (парафинов). В регенеративных кристаллизаторах смесь сырья и растворителя охлаждается холодным фильтратом первой ступени фильтрования. В аммиачных кристаллизаторах смесь охлаждается до температуры фильтрования за счет испарения аммиака. Из аммиачного кристаллизатора охлажденная смесь поступает в емкость загрузки фильтров первой ступени фильтрования. Для снижения вязкости охлажденной смеси сырья и растворителя и, соответственно, для улучшения фильтрования в

смесь подают холодный растворитель. Растворитель подают на вход смеси в аммиачный кристаллизатор или на выходе из него.

Отделение фильтрации

В отделении фильтрации происходит разделение сырьевой суспензии на твердую и жидкую фазу. Разделение осуществляется на барабанных вакуум-фильтрах.

На большинстве установок предусмотрены схемы одноступенчатого и двухступенчатого фильтрования охлажденной меси. На некоторых установках используют три или четыре ступени фильтрации. При трехступенчатом, четырехступенчатом фильтровании возможно получение гача (парафина) с содержанием масла до 1-3 %. Широко применяются две ступени фильтрования, обеспечивающие достаточно высокие выходы депарафинизированного масла. При одноступенчатом фильтровании выход масла низкий, так как значительное количество масла остается в гаче.

Отделение регенерации

Отделение регенерации растворителя состоит из трех блоков: блока регенерации растворителя из раствора фильтрата, блока регенерации растворителя из раствора гача и блока обезвоживания растворителя.

Регенерация растворителя из раствора фильтрата проводится в четыре ступени в тарельчатых колоннах. При температуре 90 – 170 °С и избыточном давлении 0,15 – 0,25 МПа происходит отпаривание растворителя. Регенерация растворителя из раствора гача проводится в три ступени в тарельчатых колоннах, где при температуре 100 -150 °С и избыточном давлении 0,12 -0,07 МПа из раствора гача отпаривается вода и растворитель, (влаги содержащаяся в сырье и растворитель). В процессе депарафинизации растворитель увлажняется за счет влаги, имеющаяся в сырье и при

отпаривании его от масла и гача острым водяным паром в отпарных колоннах. Поэтому растворитель систематически обезвоживают.

Система инертного газа

Инертный газ на установке депарафинизации используют для отдувки гачевой лепешки с барабанов вакуум-фильтров, для уменьшения потерь растворителя и для создания взрывобезопасной газовой подушки в сборник и других аппаратов. Для обеспечения взрывобезопасности газовой подушки концентрация кислорода в инертном газе на установке должна быть не более 6%. Система инертного газа состоит из двух схем: вакуумной и дыхательной. Вакуумная схема является циркуляционной. Циркуляцию инертного газа осуществляют вакуумные компрессоры. Вакуумные компрессоры сжимают инертный газ до избыточного давления 0,05 – 0,07МПа (0,5 – 0,7 кгс/см²), при этом температура инертного газа повышается до 180°С. После компрессоров инертный газ охлаждают сначала водой в холодильнике, а после в аммиачном холодильнике до температуры минус 25-30°С. Из холодильника инертный газ поступает в ресивер, откуда двумя потоками направляется к вакуум-фильтрам.

1.4.2. Принципиальная схема установки депарафинизации

Процесс депарафинизации с применением избирательных растворителей осуществляется непрерывно и складывается из следующих стадий: смешения сырья с растворителем; термической обработки смеси; постепенного охлаждения полученного раствора сырья до заданной температуры, в результате чего из раствора выделяются кристаллы твердых углеводородов; отделения твердой фазы от жидкой; регенерации растворителя из растворов депарафинированного масла и гача или петролатума.

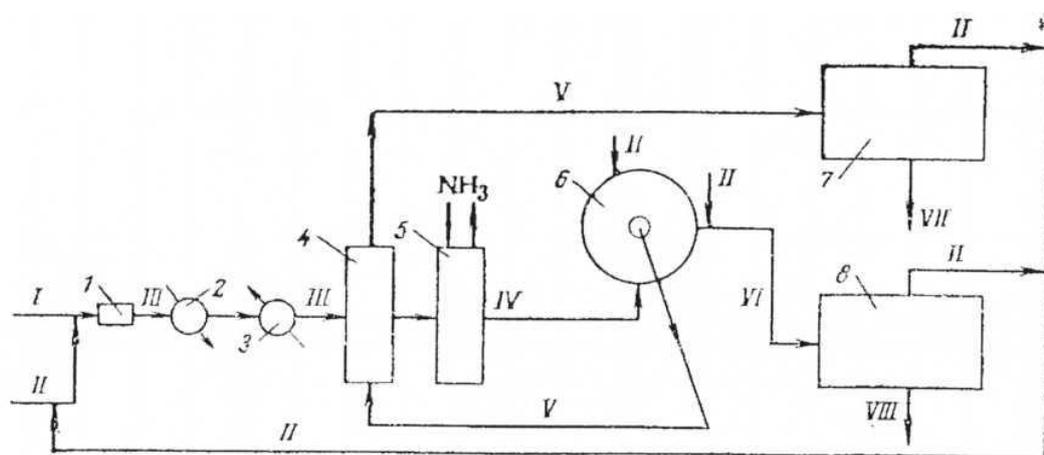


Рис. 51. Принципиальная схема установки депарафинизации с использованием избирательных растворителей:

I — смеситель; *2* — паровой подогреватель; *3* — водяной холодильник; *4* — регенеративный кристаллизатор; *5* — аммиачный кристаллизатор; *6* — вакуумный фильтр; *7* — отделение регенерации растворителя из раствора депарафинированного масла; *8* — отделение регенерации растворителя из раствора гача или петролатума.

Линии: *I* — сырье; *II* — растворитель; *III* — раствор сырья; *IV* — суспензия твердых углеводородов; *V* — раствор депарафинированного масла; *VI* — раствор гача или петролатума; *VII* — депарафинированное масло; *VIII* — твердые углеводороды (гач или петролатум).

Рисунок.1. Принципиальная схема установки депарафинизации с использованием растворителей

Депарафинируемое сырье *I* и растворитель *II* (рис. 1) в смесителе 1 смешивают в определенном соотношении и подвергают термообработке в паровом подогревателе 2. Если температура сырья, подаваемого на установку, выше 60 °С, то термообработку не проводят. Далее раствор сырья *III* охлаждается сначала в водяном холодильнике 3, потом в регенеративных кристаллизаторах 4, где хладагентом служит раствор депарафинированного

масла (фильтрат) *V*, и, наконец, в аммиачных кристаллизаторах *5*, в которых хладогентом является аммиак. Если температура конечного охлаждения раствора сырья ниже - 30 °С, то в качестве хладогента на последней стадии охлаждения используют этан. Холодная суспензия твердых углеводородов в растворе масла *IV* поступает через приемник (на схеме не показан) в фильтры *6* (на некоторых установках — в центрифуги) для отделения твердой фазы от жидкой. Осадок твердых углеводородов на фильтре промывается холодным растворителем *II* и поступает в шнековое устройство, куда также добавляют некоторое количество растворителя *II*, обеспечивающее возможность перемещения осадка. В результате фильтрования получают раствор депарафинированного масла *V*, содержащий 75-80% растворителя, и раствор твердых углеводородов (гача или петролатума) *VI* с относительно небольшим содержанием масла. Оба раствора направляют в секции регенерации растворителя *7* и *8*.

Полученное после регенерации растворителя депарафинированное масло *VII* поступает на доочистку, а твердые углеводороды *VIII* (гач в случае переработки дистиллятного и петролатум - остаточного сырья) - на дальнейшую переработку для производства парафина и церезина. Регенерированный растворитель возвращается на смешение с сырьем, промывку осадка и в небольшом количестве - в шнековое устройство. В зависимости от фракционного и углеводородного состава сырья растворитель можно подавать на смешение с сырьем как одновременно, так и порциями в определенные точки по ходу охлаждения сырья.

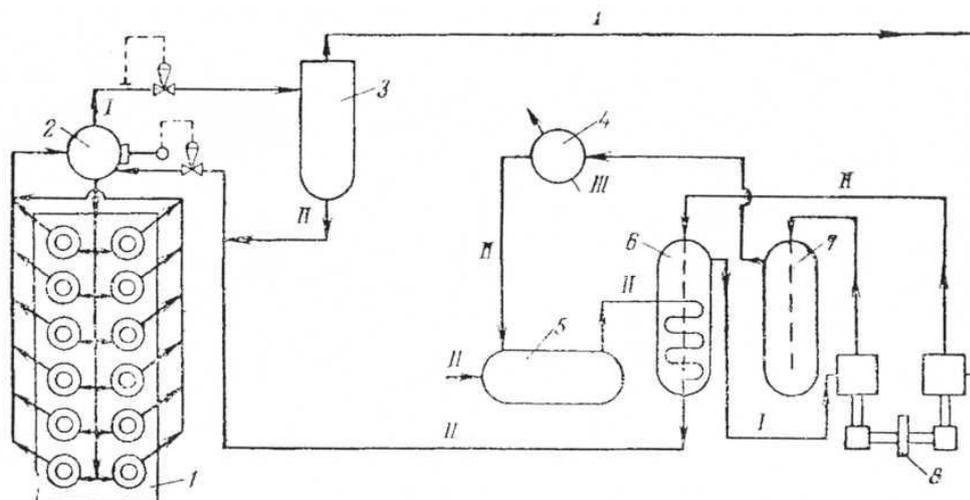


Рис. 52. Принципиальная схема аммиачного холодильного отделения установок депарафинизации и обезмасливания:
 I — кристаллизатор; 2 — аккумулятор; 3 — отделитель жидкости; 4 — конденсатор-холодильник; 5 — рабочий ресивер; 6 — промежуточный сосуд; 7 — маслоотделитель; 8 — компрессор.
 Линии: I — газообразный аммиак; II — жидкий аммиак; III — вода.

Рисунок.2. Принципиальные схемы аммиачного холодильного отделения

На большинстве установок депарафинизации и обезмасливания в качестве хладоагента применяют аммиак, а в последнее время — пропан, циркулирующий по замкнутой системе холодильной установки. Принципиальная схема холодильного отделения с использованием аммиака приведена на рис. 2. Пары аммиака I, выходящего из кристаллизатора 1 (испарительная система), через аккумулятор 2 поступают в отделитель жидкости 3 (попадание жидкости в цилиндры компрессора может вывести его из строя), а после — на I ступень сжатия двухступенчатого компрессора 8 и под давлением 0,25—0,3 МПа нагнетаются в промежуточный сосуд 6, в котором они доохлаждаются за счет испарения жидкого аммиака II, подаваемого из рабочего ресивера 5. Из промежуточного сосуда 6 пары аммиака поступают в цилиндр высокого давления соответствующего компрессора, где сжимаются до давления конденсации (1—1,2 МПа). После данного через маслоотделитель 7 пары вводятся в вертикальные кожухотрубчатые водяные конденсаторы-холодильники 4. Сконденсировавшийся аммиак II стекает в рабочий ресивер 5, откуда

поступает в змеевик промежуточного сосуда 6, где переохлаждается от 34—36 °С (температура конденсации) до 0—5°С за счет испарения аммиака, содержащегося в сосуде. Переохлажденный аммиак поступает в аккумулятор 2, а после в кристаллизатор 1, где за счет его испарения происходит охлаждение суспензии твердых углеводородов в растворе масла. Жидкий аммиак подается из промежуточного сосуда 6 в аккумулятор 2 через клапан, связанный с регулятором уровня. Температура охлаждаемой смеси на выходе из кристаллизатора регулируется при помощи клапана на линии отсоса паров аммиака из аккумулятора.

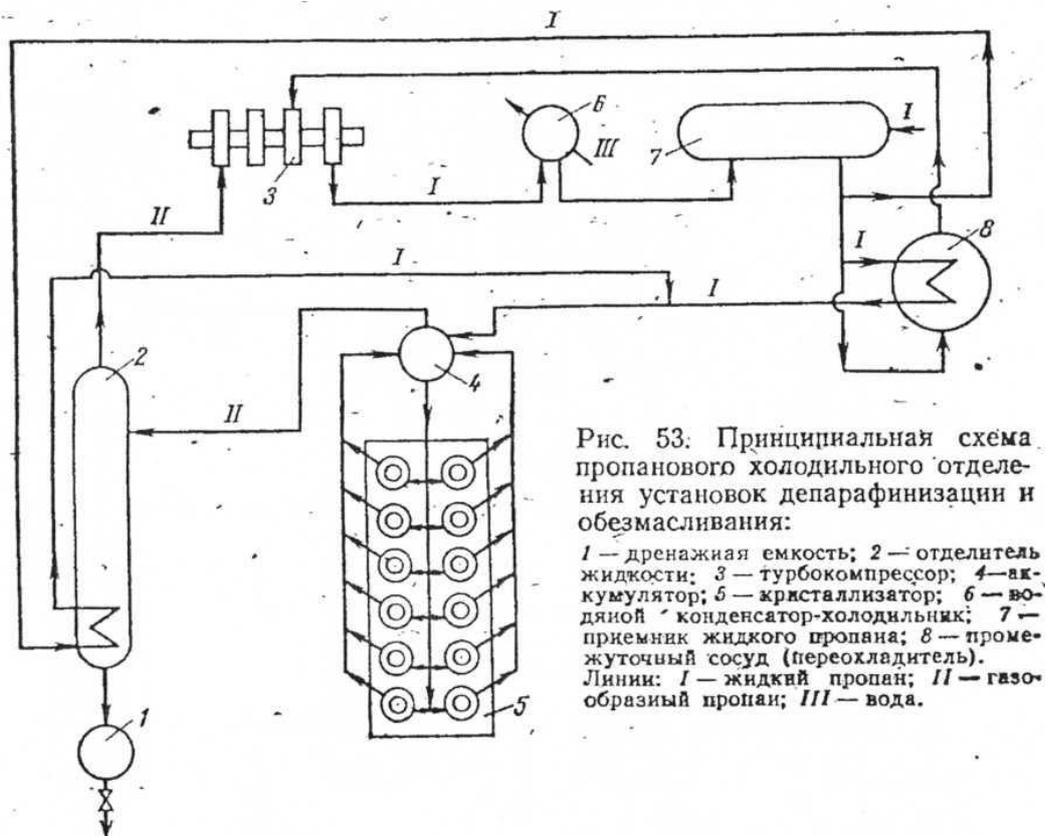


Рисунок.3. Принципиальная схема пропанового холодильного отделения

Если необходимо увеличить производительность и снизить температуру на линии паров, направляемых на компрессию, то устанавливают дополнительный компрессор. При давлении на приеме 30 кПа и на выходе 90 кПа можно снизить температуру паров аммиака до -57°С. Для обеспечения

нормальной работы любой аммиачной холодильной установки необходимо герметизировать сальники компрессора и всасывающих магистралей, чтобы воздух не попадал в систему. Все холодные части холодильной установки покрывают пробковой изоляцией.

Принципиальная схема холодильного отделения с использованием жидкого пропана дана на рис.3. Пары пропана *II* из аккумулятора 4 через отделитель жидкости 2 поступают на прием *I* ступени четырехступенчатого турбокомпрессора 3, с выхода которого направляются в конденсатор-холодильник 6, где конденсируются, после чего жидкий пропан стекает в приемник 7. Оттуда жидкий пропан поступает в трубное пространство промежуточного сосуда 8, где охлаждается за счет испарения пропана, подаваемого в межтрубное пространство и отсасываемого *II* (приемной ступенью турбокомпрессора. Часть жидкого пропана, минуя промежуточный сосуд, подается в змеевик отделителя жидкости 2, где охлаждается и далее смешивается с потоком жидкого пропана *I*, охлажденного в промежуточном сосуде и направляемого в кристаллизатор 5. Из нижней части отделителя жидкости 2 пропан стекает в дренажную емкость 1, откуда периодически выдавливается в приемник 7 и возвращается в систему.

При замене аммиачного охлаждения на пропановое к установке предъявляются более высокие требования по соблюдению правил техники безопасности, которые обусловлены низкими пределами взрываемости пропана, отсутствием характерного запаха и возможностью скопления его в низких местах территории установки. Даже незначительное нарушение герметичности системы может вызывать сильное переохлаждение участка трубопровода (до - 40°C) и, как следствие, его разрушение.

На установках глубокой (низкотемпературной) депарафинизации, чтобы охладить растворы до минус 60 - минус 62 °С, температура хладагента в кристаллизаторах должна быть минус 62 - минус 65 °С. Для

данного при использовании аммиака требуется значительный вакуум (температура кипения аммиака при атмосферном давлении равна $-33,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, при $17,3\text{ кПа}$ около $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при $-77,3^{\circ}\text{C}$ аммиак кристаллизуется). Поэтому при глубокой депарафинизации конечное охлаждение проводят в этановых кристаллизаторах, выполненных из легированной стали.

1.5. Заключение к литературному обзору

Основными достоинствами выбранного метода депарафинизации являются:

- Универсальность
- Экономичность
- Автоматизация процесса

Депарафинизация является важным процессом в комплексе операций по подготовке нефтяных фракций

В связи с вышесказанным, необходимо разработать устройство для депарафинизации нефти термическим методом, обеспечивающим степень очистки не ниже 99.9%.

2. Конструкторско-технологический раздел

2.1 Разработка технологической схемы установки

При депарафинизации в растворе сжиженного пропана существуют два варианта охлаждения раствора сырья: с хладагентом, обычно используемым в последней стадии охлаждения аммиаком и за счет испарения из раствора самого пропана, которое осуществляется в вертикальных или горизонтальных аппаратах, действующих попеременно. Скорость охлаждения растворов в них регулируется скоростью снижения давления. Следовательно, в данных аппаратах испарение пропана зависит от отсоса его паров, для чего на установках данного типа предусмотрены компрессоры. Необходимую кратность пропана к сырью поддерживают, непрерывно добавляя пропан по мере его испарения или добавляя охлажденный пропан в конечной стадии охлаждения.

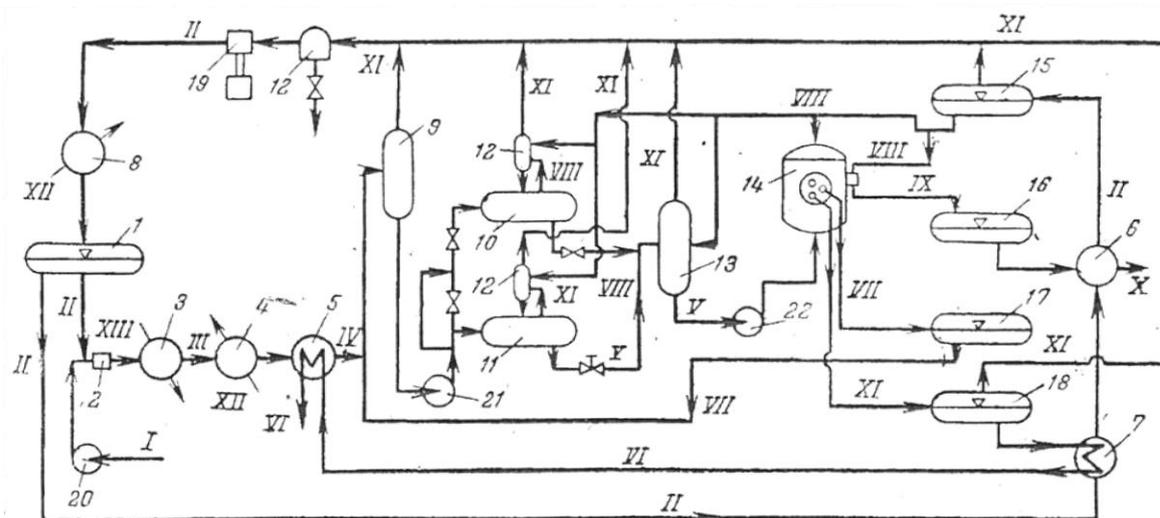


Рисунок. 4. Принципиальная технологическая схема установки депарафинизации в растворе пропана:

1-сборник жидкого пропана; 2- смеситель; 3- паровой подогреватель; 4, 8-холодильники; 5-7 - теплообменники; 9- промежуточная емкость для раствора сырья; 10, 11 - пропановые кристаллизаторы самоохлаждения периодического действия, работающие попеременно; 12-каплетоотойник; 13 - приемник

суспензии петролатума; 14-барабанный фильтр, работающий под давлением; 15-ёмкость для охлажденного пропана; 16- приемник суспензии петролатума; 17-приемник пропана от промывки осадка на фильтрах; 15-приемник раствора депарафинированного масла; 19-компрессор; 20-22- насосы.

Линии: *I* -сырье; *II* -пропан; *III*-раствор сырья; *IV*-охлажденный раствор сырья; *V*-суспензия петролатума; *VI*-раствор депарафинированного масла на регенерацию растворителя; *VII* — раствор от промывки осадка на фильтрах; *VIII*- охлажденный пропан на разбавление лепешки петролатума и на промывку лепешки на фильтрах, на разбавление охлажденного раствора, на добавку к сырьевому раствору для компенсации убыли его при самоохлаждении; *IX* -суспензия петролатума после фильтра; *X*- раствор петролатума на регенерацию растворителя; *XI*- пары пропана на компрессию; *XII*- вода; *XIII*-водяной пар.

Сырье *I* подается насосом 20 в диафрагмовый смеситель 2, где смешивается со сжиженным пропаном *II*, поступающим из сборника 1 (рис. 4). Смесь подвергается термической обработке в паровом нагревателе 3 до 50—70 °С, а апосле раствор *III* охлаждается водой в холодильнике 4 до 35-40 °С. Дополнительно раствор охлаждается холодным фильтратом *VI* в теплообменнике 5. Охлажденный раствор *IV* поступает в промежуточную емкость 9, откуда насосом 21 подается в один из попеременно действующих кристаллизаторов 10 и *II*, где за счет снижения давления происходит испарение пропана *VIII*, подаваемого в кристаллизатор из сборника 15 через теплообменник (на схеме не показаны) непосредственно в раствор, охлажденный до минус 30 - минус 45 °С.

В сборнике 15 пропан охлаждается в результате испарения части его. Суспензия *V* собирается в приемнике 13 и далее насосом 22 подается в барабанные фильтры 14, работающие под избыточным давлением-25—50 кПа (0,25—0,50 кгс/см²). Раствор депарафинированного масла *VI* поступает в приемник 18, откуда, пройдя теплообменники 7 и 5, направляется в секцию регенерации растворителя. Раствор от промывки осадка *VII* собирается в приемник 17 и апосле добавляется к охлаждаемому раствору сырья *IV* перед кристаллизаторами 10 и 11. Осадок на фильтре промывается Охлажденным пропаном *VIII*, поступающим из сборника 15. Кроме того, пропан добавляется к петролатуму для разжижения осадка, облегчения

транспортирования его шнеком и подачи в приемник 16, откуда через теплообменник 6 раствор петролатума X поступает в регенерационную часть установки. Осадок с барабана фильтра отдувается циркулирующим газообразным пропаном, подаваемым газодувкой. Пары пропана XI, пройдя брызгоотделитель 12, отсасываются компрессором 19, охлаждаются в холодильнике 8 и. поступают в сборник жидкого пропана 1.

Основная масса пропана как из раствора депарафинированного масла VI, так и из раствора петролатума X, отгоняется под давлением 1,5—1,7 МПа в паровых испарителях, аналогичных используемым на установках деасфальтизации масел. Остатки пропана удаляют в отпарных колоннах, работающих под давлением, близким к атмосферному. Из отпарных колонн смесь паров пропана и воды поступает в конденсатор смешения, а после в брызгоотделитель и на компрессор.

Основным достоинством данного процесса являются его простота и экономичность, так как пропан одновременно является и растворителем, и хладагентом. Кроме того, пары пропана используют и для отдувки осадка на фильтре. Это позволяет исключить из схемы линию инертного газа. При депарафинизации пропаном вследствие малой вязкости раствора при низких температурах скорость охлаждения значительно выше, чем при использовании кетонов. В процессе охлаждения, особенно остаточного сырья, совместная кристаллизация Твердых углеводородов и смолистых веществ приводит к образованию крупных дендритных кристаллов, что обеспечивает высокую скорость фильтрования - до 600 - 1000 кг/(м²-ч) по сырью из расчета на полную поверхность фильтра.

При депарафинизации дистиллятного сырья скорость фильтрования снижается в 10-15 раз из-за образования мелкокристаллической структуры твердых углеводородов. Повысить эффективность процесса в этом случае можно_ добавлением некоторых присадок, приводящих к образованию более

крупных кристаллов. Вследствие высокой растворяющей свойстве пропана кратность его к сырью небольшая от 0,8:1 до 2:1 (об.). В то же время высокая растворимость твердых углеводородов в пропане требует при депарафинизации низких температур охлаждения для достаточно полного выделения Кристаллизующихся компонентов, т. е. процесс проходит с высоким ТЭД (15-20°C), что является его недостатком.

2.2. Расчет и подбор вспомогательного оборудования

Позиция E1 – емкость

Тип и конструкция – вертикальный цилиндрический аппарат.
Назначение – прием сухого растворителя.

- Определяем объем емкости V , м^3 , по формуле

$$V = \frac{G \cdot \tau}{\varphi \cdot \rho_{\text{см}}},$$

где G - масса сухого растворителя, кг/ч ;

τ - время пребывания, ч;

φ - коэффициент заполнения емкости;

$\rho_{\text{см}}$ - плотность смеси растворителей, кг/м^3 .

- Определяем плотность смеси растворителей $\rho_{\text{см}}$, кг/м^3 , по формуле

$$\rho_{\text{см}} = \rho_{\text{МЭК}} \cdot w_{\text{МЭК}} + \rho_{\text{ТОЛ}} \cdot w_{\text{ТОЛ}},$$

где $\rho_{\text{МЭК}}$, $\rho_{\text{ТОЛ}}$ - плотность чистых веществ (МЭК, толуол), кг/м^3 ;

$w_{\text{МЭК}}$ - содержание МЭК в смеси растворителей, массовая доля;

$w_{\text{ТОЛ}}$ - содержания толуола в смеси растворителей, массовая доля.

$$\rho_{\text{см}} = 803 \cdot 0,56 + 867 \cdot 0,44 = 831,16 \text{ кг/м}^3$$

$$V = \frac{57113,72 \cdot 0,2}{0,8 \cdot 831,16} = 17,18 \text{ м}^3$$

К установке принимаем одну емкость со следующей характеристикой:

объем, $\text{м}^3 = 20$

диаметр, $\text{мм} = 3000$

длина, мм = 12200

материал изготовления Ст 3СП

количество, шт. 1

Позиция АТ1 – подогреватель фильтрата.

Тип и конструкция – горизонтальный кожухотрубчатый теплообменник с эллиптическими крышками, снабженный системой штуцеров.

Назначение – подогрев фильтрата до температуры 120°C парами сухого растворителя из эвапоратора низкого давления.

- Определяем средний температурный напор θ_{cp} , °C

$$180^{\circ} \rightarrow 180^{\circ}$$

$$120^{\circ} \leftarrow 95^{\circ}$$

$$\theta_{\text{min}} = 60^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{\text{max}} = 85^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Так как } \frac{\theta_{\text{max}}}{\theta_{\text{min}}} = \frac{85}{60} = 1,41 < 2, \text{ то}$$

$$\theta_{\text{cp}} = \frac{\theta_{\text{max}} + \theta_{\text{min}}}{2},$$

$$\theta_{\text{cp}} = \frac{85 + 60}{2} = 73^{\circ}\text{C}$$

- Определяем тепловую нагрузку на аппарат Q, Вт, по формуле

$$Q = \frac{G \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{3600},$$

где G- количество фильтрата, кг/ч;

c - теплоемкость фильтрата, Дж/кг·°С;

t_2 - конечная температура фильтрата, °С;

t_1 - начальная температура фильтрата, °С.

$$Q = \frac{69839 \cdot (0.5 \cdot 4190) \cdot (120 - 95)}{3600} = 1016060.45 \text{ Вт}$$

- Определяем необходимую поверхность теплообмена F , м², по формуле

$$F = \frac{Q}{K \cdot \theta_{\text{ср}}},$$

где Q - тепловая нагрузка на аппарат, Вт;

K - коэффициент, Вт/м²·К;

$\theta_{\text{ср}}$ - средний температурный напор, °С.

Принимаем $K= 180$ Вт/м²·К [8]

$$F = \frac{1016060.45}{180 \cdot 73} = 77.33 \text{ м}^2$$

К установке принимаем теплообменный аппарат со следующей характеристикой:

поверхность теплообмена, м² = 85

температура расчетная, °С = 100

давление расчетное, МПа = 2

материал изготовления Ст 3

количество, шт. 1

Позиция НЦ1- насос.

Тип и конструкция – центробежный.

Назначение – для подачи частичного отпарного фильтрата в эвапоратор высокого давления поз. К2

- Определяем объемную производительность насоса V , $\text{м}^3/\text{ч}$, по формуле

$$V = \frac{G}{\rho'_\phi},$$

где G - масса вещества, $\text{кг}/\text{ч}$;

ρ'_ϕ - плотность фильтрата из куба эвапоратора низкого давления, $\text{кг}/\text{м}^3$.

- Определяем плотность фильтрата из эвапоратора низкого давления ρ'_ϕ , $\text{кг}/\text{м}^3$ по формуле

$$\rho'_\phi = \rho_{\text{МЭК}} \cdot w'_{\text{МЭК}} + \rho_{\text{ТОЛ}} \cdot w'_{\text{ТОЛ}} + \rho_{\text{Д.М}} \cdot w'_{\text{Д.М}},$$

где $\rho_{\text{МЭК}}$, $\rho_{\text{ТОЛ}}$, $\rho_{\text{Д.М}}$ - плотность чистых веществ (МЭК, толуола, депарафинизированного масла), $\text{кг}/\text{м}^3$;

$w'_{\text{МЭК}}$, $w'_{\text{ТОЛ}}$, $w'_{\text{Д.М}}$ - содержание МЭК, толуола, депарафинизированного масла (соответственно) в частично отпаренном фильтрате подаваемом в эвапоратор высокого давления, массовая доля.

$$\rho'_\phi = 803 \cdot 0,27 + 867 \cdot 0,38 + 870 \cdot 0,35 = 850,77 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$V = \frac{33486}{850,77} = 39,36 \text{ м}^3/\text{ч}$$

К установке принимаем центробежный насос со следующей характеристикой:

объемная производительность, $\text{м}^3/\text{ч} = 120$

мощность электродвигателя, $\text{КВт} = 75$

число оборотов, $\text{об}/\text{мин} = 3000$

тип взрывозащиты ВЗГ

материал изготовления сталь нержавеющая

количество, шт. 1

2.3 Тепловой баланс кристаллизатора

Определяем количества тепла воспринимаемого раствором депарафинированного масла при нагревании его от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ за счет охлаждения раствора рафината. Из практических данных известно что потери тепла в аппарате составляют 3%.

$$Q = 0.97 G (g_{+15}^{\text{ж}} - g_{-30}^{\text{ж}})$$

В этом уравнении теплосодержание депарафинированного масла исходя из состава последнего. Следует определить по уравнению

$$g_t^{\text{ж}} = \frac{G_{\text{раф}}}{100} g_t^{\text{раф}} + \frac{G_{\text{мЭК}}}{100} g_t^{\text{мЭК}} + \frac{G_{\text{т}}}{100} g_t^{\text{т}}$$

Где

$G_{\text{раф}}$ – количество рафината в растворе депарафинированного масла

$G_{\text{мЭК}}$ - количество МЭКа

$G_{\text{т}}$ - количество толуола

$g_t^{\text{ж}}$ - теплосодержание

Определим состав раствора.

Выше было найдено, что в растворе депарафинированного масла имеется

$G_3 = 28800$ кг/ч депарафинированного масла, следовательно

$$G_{\text{раф}} = \frac{28800}{128800} \cdot 100 = 22,4\%$$

Из практических данных известно что растворитель состоит из 60% МЭКа и 40% толуола, следовательно 100000 кг растворителя в растворе

депарафинированного масла содержит 60000 кг МЭКа и 40000 кг толуола.

Тогда концентрация отдельных компонентов в растворе составит:

$$G_{\text{мЭК}} = \frac{60000}{128800} \cdot 100 = 46,6\%$$

$$G_{\text{Т}} = \frac{40000}{128800} \cdot 100 = 31\%$$

Найдем теплосодержание раствора при +15 °С и -30 °С предварительно определив теплосодержание компонентов.

Из справочных данных имеем:

$$g_{+15}^{\text{раф}} = 6,47 \text{ кКал/кг} = 27,11 \text{ кДж/кг}$$

$$g_{-30}^{\text{раф}} = -12,4 \text{ кКал/кг} = -51,95 \text{ кДж/кг}$$

$$g_{+15}^{\text{Т}} = 5,85 \text{ кКал/кг} = 24,51 \text{ кДж/кг}$$

$$g_{-30}^{\text{Т}} = -11,4 \text{ кКал/кг} = -47,77 \text{ кДж/кг}$$

$$g_{+15}^{\text{мЭК}} = 7,8 \text{ кКал/кг} = 32,68 \text{ кДж/кг}$$

$$g_{-30}^{\text{мЭК}} = -15,2 \text{ кКал/кг} = -63,69 \text{ кДж/кг}$$

Теплосодержание раствора депарафинированного масла при +15 °С и -30 °С

$$g_{+15}^{\text{ж}} = \frac{22,4}{100} 6,47 + \frac{46,6}{100} 7,8 + \frac{31}{100} 5,85 = 6,94 \text{ кКал/кг} = 29,08 \text{ кДж/кг}$$

$$g_{-30}^{\text{ж}} = \frac{22,4}{100} (-12,4) + \frac{46,6}{100} (-15,2) + \frac{31}{100} (-11,4) = -13 \text{ кКал/кг} = -54,47 \text{ кДж/кг}$$

Подставляем найденные величины теплосодержаний в уравнение.

$$Q = 0.97 G (g_{+15}^{\text{ж}} - g_{-30}^{\text{ж}}) = 0,97 \cdot 128800 [6,94 - (-13,0)] = 2480000 \text{ кКал/кг} \\ = 10391200 \text{ кДж/кг}$$

Таким образом, от рафинатового раствора передается 2480000 кКал/кг = 10391200 кДж/кг раствору депарафинированного масла

Найдем количество тепла выделившегося при кристаллизации парафинов

$$Q_2 = G_7 \cdot 39 = 5790 \cdot 39 = 226000 \text{ кКал/ч} = 946940 \text{ кДж/ч}$$

Где 39 – скрытая теплота кристаллизации твердых парафинов

Найдем количество тепла Q1 выделившегося при охлаждении раствора рафината от 45 °С до t_к

$$Q_1 = Q - Q_2 = 2480000 - 226 000 = 2254000 \text{ кКал/кг} = 9444260 \text{ лДж/кг}$$

Найдем температуру раствора рафината на выходе из регенеративных кристаллизаторов

$$Q_1 = G (g_{45}^{\text{ж}} - g_{t_k}^{\text{ж}})$$

или

$$-Q_1 = G(g_{t_k}^{\text{ж}} - g_{45}^{\text{ж}})$$

Где G – количество раствора рафината

$g_{45}^{\text{ж}}$ - теплосодержание раствора рафината на входе в регенеративные кристаллизаторы при 45 °С

$g_{t_k}^{\text{ж}}$ - теплосодержание раствора рафината на выходе из регенеративных кристаллизаторов

$$g_{45}^{\text{ж}} = \frac{G_{\text{раф}}}{100} g_{45}^{\text{раф}} + \frac{G_{\text{мЭК}}}{100} g_{45}^{\text{мЭК}} + \frac{G_{\text{т}}}{100} g_{45}^{\text{т}}$$

Для определения $g_{45}^{\text{ж}}$ нужно определить состав раствора

Имеем $G = 100000 \text{ кг/ч}$

Количество рафината $G_1 = 40000 \text{ кг/ч}$ или $S_{\text{проп}} = \frac{40000}{100000} \cdot 100 = 40\%$

Количество растворителя $G_2 = 60000 \text{ кг/ч}$, в том числе

МЭК $0,6 \cdot 60000 = 36000 \text{ кг/ч}$, т.е $S_{\text{мЭК}} = \frac{36000}{100000} \cdot 100 = 36\%$

Толуол $0,4 \cdot 60000 = 24000 \text{ кг/ч}$, т.е $S_{\text{толуол}} = \frac{24000}{100000} \cdot 100 = 24\%$

Из справочных данных находим

$$g_{45}^{\text{раф}} = 19,9 \text{ кКал/кг} = 83,381 \text{ кДж/кг}$$

$$g_{45}^{\text{МЭК}} = 24 \text{ кКал/кг} = 100,56 \text{ кДж/кг}$$

$$g_{45}^{\text{T}} = 18 \text{ кКал/кг} = 75,42 \text{ кДж/кг}$$

Подставим известные значения

$$g_{45}^{\text{ж}} = \frac{40}{100} 19,9 + \frac{36}{100} 24 + \frac{24}{100} 18 = 21 \text{ кКал/кг} = 87,99 \text{ кДж/кг}$$

$$-Q = G g_{\text{тк}}^{\text{ж}} - G g_{45}^{\text{ж}}$$

$$-2254000 = 100000 g_{\text{тк}}^{\text{ж}} - 100000 \cdot 21$$

$$\text{Отсюда } g_{\text{тк}}^{\text{ж}} = \frac{-2254000 + 2100000}{100000} = -1,54 \text{ кКал/кг} = -6,45 \text{ кДж/кг}$$

Зная теплосодержание можно путем подбора найти температуру раствора; она составляет $-3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Определим коэффициент теплопередачи кристаллизаторов.

$$+45 \text{ }^\circ\text{C} \xrightarrow{\text{раствор рафинат}} -3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$+15 \text{ }^\circ\text{C} \xleftarrow{\text{раствор деп.масла}} -30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\overline{\Delta t_6 = 30}$$

$$\overline{\Delta t_m = 27}$$

Средняя разность температур

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{30+27}{2} = 28,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Коэффициент теплопередачи кристаллизаторов

$$K = \frac{Q}{F \cdot \Delta t} = \frac{2480000}{1000 \cdot 28.5} = 87 \text{ кКал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{ } ^\circ\text{C} = 364,53 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.4 Конструктивный расчет размеров

Поверхность теплоемкости находим из уравнения

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$$

где: K – коэффициент теплопередачи

F – поверхность теплообмена

Δt_{cp} – средняя разность температур

Учитываем что число аппаратов равно 4 находим поверхность теплообмена одного аппарата.

$$F = \frac{Q}{4 \cdot \Delta t \cdot K}$$

$$F = \frac{2480000}{4 \cdot 28.5 \cdot 87} = 250 \text{ м}^2$$

Выбираем аппарат с трубами

Длинна = 15м

Диаметр = 0,2 м

Найдем числи труб в аппарате

$$F = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot l \cdot n$$

$$n = \frac{F}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot l}$$

$$n = \frac{250}{2\pi \cdot 0.2 \cdot 15} = 12 \text{ шт.}$$

Вывод: Для нормального осуществления процесса образования кристаллов парафина необходимо 4 регениративных кристаллизатора с числом труб 12, диаметром 0,2м, длиной 15м и поверхностью теплообмена 250 м^2 .

3. Мероприятия по эксплуатации и ремонту при аварии.

3.1 Монтаж и эксплуатация средств автоматизации

Производство монтажных работ

Общие требования

Монтаж систем автоматизации должен производиться в соответствии с рабочей документацией с учетом требований предприятий – изготовителей приборов, средств автоматизации, агрегатных и вычислительных комплексов, предусмотренных техническими условиями или инструкциями по эксплуатации данного оборудования.

Работы по монтажу следует выполнять индустриальным методом с использованием средств малой механизации, механизированного и электрифицированного инструмента и приспособлений, сокращающих применение ручного труда.

Работы по монтажу систем автоматизации должны осуществляться в две стадии (этапа):

- На первой стадии следует выполнять: заготовку монтажных конструкций, узлов и блоков, элементов электропроводок и их укрупнительную сборку вне зоны монтажа; проверку наличия закладных конструкций, проемов, отверстий в строительных конструкциях и элементах зданий, закладных конструкций и отборных устройств на технологическом оборудовании и трубопроводах, наличия заземляющей сети; закладку в сооружаемые фундаменты, стены, полы и перекрытия труб и глухих коробов для скрытых проводок; разметку трасс и установку опорных и несущих конструкций для электрических и трубных проводок, исполнительных механизмов, приборов.

- На второй стадии необходимо выполнять: прокладку трубных и электрических проводок по установленным конструкциям, установку щитов, стивов, пультов, приборов и средств автоматизации, подключение к ним трубных и электрических проводок, индивидуальные испытания.

- Смонтированные приборы и средства автоматизации электрической ветви Государственной системы приборов (ГСП), щиты и

пульты, конструкции, электрические и трубные проводки, подлежащие заземлению согласно рабочей документации, должны быть присоединены к контуру заземления. При наличии требований предприятий – изготовителей средства агрегатных и вычислительных комплексов должны быть присоединены к контуру заземления. При наличии требований предприятий – изготовителей средства агрегатных и вычислительных комплексов должны быть присоединены к контуру специального заземления.

Приборы и средства автоматизации

- В монтаж должны приниматься приборы и средства автоматизации, проверенные с оформлением соответствующих протоколов.

В целях обеспечения сохранности приборов и оборудования от поломки, разукomплектования и хищения монтаж их должен выполняться после письменного разрешения генподрядчика (заказчика).

- Проверка приборов и средств автоматизации производится заказчиком или привлекаемыми им специализированными организациями, выполняющими работы по наладке приборов и средств автоматизации методами, принятыми в данных организациях, с учетом требований инструкций Госстандарта и предприятий – изготовителей.

- Приборы и средства автоматизации, принимаемые в монтаж после проверки, должны быть подготовлены для доставки к месту монтажа. Подвижные системы должны быть арретированы, присоединительные устройства защищены от попадания в них влаги, грязи и пыли.

Вместе с приборами и средствами автоматизации должны быть переданы монтажной организации специальные инструменты, принадлежности и крепежные детали, входящие в их комплект, необходимые при монтаже.

- Размещение приборов и средств автоматизации и их взаимное расположение должны производиться по рабочей документации. Их монтаж должен обеспечить точность измерений, свободный доступ к приборам и их запорным и настроечным устройствам (кранам, вентилям, переключателям, рукояткам настройки и т.п.).

- В местах установки приборов и средств автоматизации, малодоступных для монтажа и эксплуатационного обслуживания, должно

быть до начала монтажа закончено сооружение лестниц колодцев и площадок в соответствии с рабочей документацией.

- Приборы и средства автоматизации должны устанавливаться при температуре окружающего воздуха и относительной влажности, оговоренных в

монтажно-эксплуатационных инструкциях предприятий-изготовителей.

- Присоединение к приборам внешних трубных проводок должно осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 25164 – 82 и ГОСТ 10434 – 82, ГОСТ 25154 – 82, ГОСТ 25705 – 83, ГОСТ 19104 – 79 и ГОСТ 23517 – 79.

- Крепление приборов и средств автоматизации к металлическим конструкциям (щитам, статавам, стендам и т.п.) должно осуществляться способами, предусмотренными конструкцией приборов и средств автоматизации и деталями, входящими в их комплект. Если в комплект отдельных приборов и средств автоматизации крепежные детали не входят, то они должны быть закреплены нормализованными крепежными изделиями.

При наличии вибраций в местах установки приборов резьбовые крепежные детали должны иметь приспособления, исключающие самопроизвольное их отвинчивание (пружинные шайбы, контргайки, шплинты и т.п.).

- Отверстия приборов и средств автоматизации, предназначенные для присоединения трубных и электрических проводок, должны оставаться заглушенными до момента подключения проводок.

- Корпуса приборов и средств автоматизации должны быть заземлены в соответствии с требованиями инструкций предприятий-изготовителей и СНиП 3.05.06-85.

- Чувствительные элементы жидкостных термометров, термосигнализаторов, манометрических термометров, преобразователей термоэлектрических (термопар), термопреобразователей сопротивления должны, как правило, располагаться в центре потока измеряемой среды. При давлении свыше 6 МПа (60 кгс/см²) и скорости потока пара 40 м/с и воды 5 м/с глубина погружения чувствительных элементов в измеряемую среду (от внутренней стенки трубопровода) должна быть не более 135мм.

- Рабочие части поверхностных преобразователей термоэлектрических (термопар) и термопреобразователей сопротивления должны плотно прилегать к контролируемой поверхности.

Перед установкой данных приборов место соприкосновения их с трубопроводами и оборудованием должно быть очищено от окалины и зачищено до металлического блеска.

- Преобразователи термоэлектрические (термопары) в фарфоровой арматуре допускается погружать в зону высоких температур на длину фарфоровой защитной трубки.

- Термометры, у которых защитные чехлы изготовлены из разных металлов, должны погружаться в измеряемую среду на глубину не более указанной в паспорте предприятия – изготовителя.

- Не допускается прокладка капилляров манометрических термометров по поверхностям, температура которых выше или ниже температуры окружающего воздуха.

При необходимости прокладки капилляров в местах с горячими или холодными поверхностями между последними и капилляром должны быть воздушные зазоры, предохраняющие капилляр от нагревания или охлаждения, или должна быть проложена соответствующая теплоизоляция.

По всей длине прокладки капилляры манометрических термометров должны быть

защищены от механических повреждений.

При лишней длине капилляр должен быть свернут в бухту диаметром не менее 300мм;

бухта должна быть перевязана в трех местах неметаллическими перевязками и надежно

закреплена у прибора.

- Приборы для измерения давления пара или жидкости по возможности должны быть установлены на одном уровне с местом отбора давления; если это требование невыполнимо, рабочей документацией должна быть определена постоянная поправка к показаниям прибора.

- Жидкостные U – образные манометры устанавливаются строго вертикально. Жидкость, заполняющая манометр, должна быть не загрязнена и не должна содержать воздушных пузырьков.

Пружинные манометры (вакуумметры) должны устанавливаться в вертикальном положении.

- Разделительные сосуды устанавливаются согласно нормам или рабочим чертежам проекта, как правило, вблизи мест отбора импульсов. Разделительные сосуды должны устанавливаться так, чтобы контрольные отверстия сосудов располагались на одном уровне и могли легко обслуживаться эксплуатационным персоналом.

- При пьезометрическом измерении уровня открытый конец измерительной трубки должен быть установлен ниже минимального измеряемого уровня. Давление газа или воздуха в измерительной трубке должно обеспечить проход газа (воздуха) через трубку при максимальном уровне жидкости. Расход газа или воздуха в пьезометрических уровнемерах должен быть отрегулирован на величину, обеспечивающую покрытие всех потерь, утечек и требуемое быстродействие системы измерения.

- Монтаж приборов для физико-химического анализа и их отборных устройств должен производиться в строгом соответствии с требованиями инструкций предприятий – изготовителей приборов.

- При установках показывающих и регистрирующих приборов на стене или на стойках, крепящихся к полу, шкала, диаграмма, запорная арматура, органы настройки и контроля пневматических и других датчиков должны находиться на высоте 1 – 1.7м, а органы управления запорной арматурой – в одной плоскости со шкалой прибора.

- Монтаж агрегатных и вычислительных комплексов АСУ ТП должен осуществляться по технической документации предприятий-изготовителей.

- Все приборы и средства автоматизации, устанавливаемые или встраиваемые в технологические аппараты и трубопроводы (сужающие и отборные устройства, счетчики, ротаметры, поплавки уровнемеров, регуляторы прямого действия и т.п.), должны быть установлены в соответствии с рабочей документацией и с требованиями, указанными в обязательном приложении 5.

Эксплуатация приборов и средств автоматизации

В процессе эксплуатации приборов происходит частичная потеря работоспособности средств измерений и автоматизации, вызванная как длительностью их эксплуатации, так и воздействием окружающих и измеряемых сред. Для обеспечения безотказной работы средств измерений (далее по тексту –СИ) и автоматизации, восстановления их ресурса требуется проведение технического обслуживания.

Техническое обслуживание – это комплекс операций по поддержанию работоспособности и исправности СИ, автоматизации и средств автоматизации и схем СБ и ПАЗ. Осуществляется прибористами КИП и А на технологических установках ОАО «НОРСИ».

Руководящими материалами для проведения технической эксплуатации приборов являются:

- Закон № 811 от 27 апреля 1993 г. «Об обеспечении единства измерений»;
- Приказ № 325 от 1.11.99. «Об изменении продолжительности межремонтных циклов средствам КИП и А технологических установок»;
- Инструкции заводов-изготовителей;
- Правила эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭП);
- Правила устройства электроустановок (ПУЭ);
- Настоящая инструкция.

3.2 Выполнение графика текущего и капитального ремонта

Проводятся следующие виды обслуживания и планового ремонта:

- Текущий ремонт
- Капитальный ремонт

Текущий ремонт

Текущий ремонт – ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности средств измерений (средств автоматизации) и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей.

В процессе текущего ремонта должна производиться замена и восстановление деталей и сборочных единиц, имеющих наименьшие показатели долговечности, а также деталей и сборочных единиц, остаточный ресурс которых не обеспечивает безотказную работу средств измерений (средств автоматизации) до следующего планового ремонта.

Капитальный ремонт – ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного (или близкого к полному) восстановления ресурса средств измерений

(средств автоматизации) с заменой или восстановлением любых частей, включая базовые с последующей поверкой.

При капитальном ремонте средств измерений может осуществляться их модернизация.

Модернизация – это устранение морального износа.

Моральным износом называется уменьшение стоимости действующих средств измерений (средств автоматизации) под влиянием технического процесса.

Различают два вида морального износа: первый – утрата действующими средствами измерений (средствами автоматизации) стоимости по мере того, как воспроизводство средств измерений (средств автоматизации) такой же конструкции становится дешевле;

второй – обесценивание действующих средств измерений (средств автоматизации) вследствие появления средств измерений (средств

автоматизации) такого же назначения, но имеющих более высокие показатели.

Трудоемкость капитальных и текущих ремонтов зависит от конструкции и технического состояния средств измерений.

Межремонтное обслуживание

1.1. Межремонтное обслуживание необходимо для бесперебойной и надежной работы исполнительных механизмов. Оно направлено на предупреждение отказов в работе исполнительных механизмов и улучшения их работы.

1.2. Межремонтное обслуживание проводится в соответствии с техническим описанием и инструкций по эксплуатации на исполнительный механизм.

1.3. В объем межремонтного обслуживания ИМ входит:

- внешний осмотр;
- добавление смазки в сальниковое устройство;
- проверка и регулировка хода штока;
- проверка работы позиционера;
- устранение пропусков нефтепродукта;
- устранение мелких неисправностей.

1.4. Межремонтное обслуживание исполнительных пневматических механизмов осуществляется слесарем КИП или прибористом, закрепленном за одним или группой технологический объектов ежедневно.

Текущий ремонт

2.1. При текущем ремонте производится частичная разборка, проверка прилегания плунжера и седел, замена вышедших из строя деталей, добавление (или замена) сальниковой набивки, а также предусматривается устранение мелких дефектов и неисправностей возникающих в процессе работы и препятствующих нормальной эксплуатации исполнительных механизмов.

2.2. Текущий ремонт проводится на технологическом объекте или в цехе КИП со снятием исполнительного механизма с технологической линии.

Исполнительный механизм, поступающий в ремонт, должен быть освобожден от нефтепродукта, пропарен, промыт водой, очищен от грязи.

2.3. После проведения ремонта осуществляется проверка работоспособности и герметичности исполнительного механизма с отметкой в паспорте о проведенном ремонте и проверке с росписью исполнителя и указания даты.

В отдельных случаях разрешается проводить текущий ремонт исполнительного механизма на технологической установке без демонтажа. В этом случае исполнительный механизм выводится в ремонт с соблюдением требований безопасности, газовой и пожарной безопасности.

Проверка на герметичность и прочность ИМ в таком случае производится совместно с трубопроводом.

Если при проведении текущего ремонта будет установлена необходимость проведения капитального ремонта исполнительного механизма, то ему производится капитальный ремонт в ремонтной мастерской цеха №36 с соответствующей отметке в паспорте.

2.4. Текущий ремонт ИМ на технологической установке проводится слесарем КИП и А или прибористом эксплуатационного участка по графику планово-предупредительного ремонта средств измерений, составляемого начальником участка КИП и А (мастером) по эксплуатации с записью в паспорте на исполнительный механизм.

Капитальный ремонт

3.1. При капитальном ремонте ИМ, который осуществляется в ремонтных мастерских цеха КИП, производится полная разборка, замена или восстановление всех изношенных деталей и узлов исполнительного механизма и позиционера.

По окончании капитального ремонта проводится проверка исполнительного механизма:

- внешний осмотр;
- проверка герметичности МИМа;

- проверка и регулировка хода штока клапана;
- опрессовка исполнительного механизма на давление не $P < 1.25$ рабочего;
- определение протечки через клапан при закрытом затворе.

После проведенных работ исполнитель делает запись в паспорте и заполняет

соответствующие графы, указывает выполненные операции ремонта и проверки, ставит дату и подписывается. Для проверки качества проведенного ремонта при испытаниях, исполнительный механизм предъявляется исполнителем начальнику (мастеру) участка по ремонту запорной арматуры и исполнительных механизмов. результаты проверки удовлетворяют предъявленным требованиям, начальник (мастер) участка делает отметку в паспорте с указанием даты и росписью. При необходимости проводится продление технического ресурса. Только в этом случае исполнительный механизм допускается к дальнейшей эксплуатации.

3.2. При проведении ремонта исполнительных механизмов на технологической установке начальник эксплуатационного участка КИП и А (мастер) передает подготовленные технологической службой к ремонту исполнительные механизмы начальнику (мастеру) участка по ремонту запорной арматуры и регулирующих механизмов цеха №36 по позициям с паспортами, который организует безопасное проведение ремонтных работ согласно правил техники безопасности, пожарной и газовой безопасности.

3.3 Охрана труда, противопожарные мероприятия

В производстве масел используют пожароопасные и токсичные вещества. Для обеспечения безопасности применяют средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты. Средства коллективной защиты классифицируют в зависимости от опасных и вредных факторов (шума, вибрации и другие), а средства индивидуальной защиты в основном в зависимости от защищаемых органов (средства защиты органов дыхания, рук, головы, лица, глаз и другие).

По техническому использованию средства коллективной защиты подразделяют:

- предохранительные устройства;
- заземления;
- световая и звуковая сигнализация;
- ограждения;
- блокировочные устройства;
- устройства автоматического контроля;
- вентиляция и отопления;

К средствам индивидуальной защиты относятся:

- респираторы;
- маски;
- специальная одежда;
- противогаз;
- специальная обувь;

- рукавицы;
- каски;
- защитные очки;
- предохранительные страховки.

Выброс жидких и газообразных продуктов в рабочей зоне возможен при нарушении технологического режима, неисправности оборудования, арматуры, средств контроля и автоматизации, а также протечек фланцевых соединений и так далее.

Для локализации случайных аварийных разливов жидких веществ предусмотрено устройства бетонных бортиков высотой не менее 150 мм, под технологическое оборудование, установленное на открытых площадках, а также у всех выходов из производственных помещений на аппаратный двор. При разгерметизации оборудования, трубопроводов основная часть разлившейся жидкости отводиться из отборной части площадок через трап в канализацию. Остаток разлитых нефтепродуктов необходимо засыпать песком или смыть водой.

При разгерметизации оборудования и трубопроводов, содержащих аммиак, необходимо с помощью пожарной службы организовать водяную завесу.

При попадании на кожу нефтепродуктов их необходимо смыть водой с мылом.

На установке в качестве средств пожаротушения всех видов возгорания применяются порошковые и углекислотные огнетушители. Также в качестве средств тушения могут применяться:

- водяной пар может использоваться для тушения всех видов загорания, кроме электрооборудования и горячей одежды на персонале;

- пенные огнетушители применяют для тушения всех видов загорания за исключением электрооборудования;

- кошма, песок, вода для тушения местных возгораний для ликвидации любыми средствами.

При остановке электрооборудования разрешается ликвидировать возгорание любыми средствами.

При тушении горящих разлитых жидкостей следует начинать с тушения краев, постепенно покрывая всю горящую поверхность. На территории всей установки запрещается применение открытого огня, за исключением огневых работ.

В соответствии с требованиями «Правил защиты от статического электричества в производствах химической и нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности» для защиты от статического электричества, все металлические технологические аппараты, оборудование и трубопроводы, содержащие взрывоопасные смеси, а также воздуховоды вентиляционных установок, присоединяются к сети заземления. [3]

Для контроля загазованности в производственных помещениях установлены приборы автоматического газового анализа с сигнализацией 20% от НКПВ.

Для недопущения загазованности в производственных помещениях круглосуточно работают вытяжная и приточная вентиляции.

Рабочий персонал обеспечивается: средствами индивидуальной защиты, противогазами марки «БКФ», изолирующими противогазами ПШ1, ПШ2, спецодеждой, обувью защитными очками, касками для защиты головы.

Характеристика опасностей производства.

На установке депарафинизации имеются движущиеся и вращающиеся части оборудования. Все опасные части оборудования снабжены защитными кожухами и ограждениями, снятие которых разрешается только после обесточивания.

Процесс депарафинизации является пожароопасным и взрывоопасным. Веществами, определяющими взрывоопасность установки, является толуол, метилэтилкетон и аммиак. Пары растворителей и аммиак образуют с воздухом смеси, взрывающиеся при наличии огня и искры. Сырье и получаемые продукты являются горючими жидкостями.

К работе допускаются лица, которые прошли инструктаж по перечню обязательных инструкций на рабочем месте, необходимую подготовку и стажировку, сдали экзамены на допуск к самостоятельной работе.

Безопасная работа установки зависит от квалификации и внимательности обслуживающего персонала, а также от строго соблюдения правил промышленной безопасности, пожарной безопасности и соблюдения параметров технологического процесса.

Работать разрешается только на исправном оборудовании, исправных коммуникациях и исправных контрольно- измерительных приборах.

Заключение

В выпускной работе рассмотрен метод депарафинизации нефти термическим методом в процессе нефтеподготовки. Рассмотрены оборудование, виды процесса депарафинизации и особенности термического метода в целом. Произведен выбор установки на основе растворителя и выполнен расчет её параметров.

В данной работе можно сделать следующие выводы:

1) Метод депарафинизации термическим методом с избирательными растворителями позволяет проводить отделение парафина от нефти при универсальных условиях, уменьшаются затраты процесса в целом.

2) При депарафинизации возможно восстановление растворителя, что положительно влияет на экономическую часть вопроса.

3) Возможность создания непрерывного процесса и автоматизации

Список использованных источников

1. Трушкова Л.В. Расчеты по химии и технологии переработки нефти и газа: Учебное пособие. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2006.-76 с.
2. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа.- Уфа: Гилем, 2002.- 672с
3. Н.Ф. Богданов, А.Н. Переверзев. Депарафинизация нефтяных продуктов. - М.: Гостоптехиздат, 1961г. -247с.
4. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М: Химия, 1983г. – 272с.
5. Черножуков Н.И. Технология переработки нефти и газа. - М.: Химия, 1966.– 360с.
6. Справочник нефтепереработчика./Под ред. Ластовкина Г.А. – Л.: Химия, 1986. – 648с.
- Лапик В.В., Трушкова Л.В. Установки переработки нефти: Учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1996. – 50с.
- 7.Богданов Н. Ф., Переверзев А. Н. Депарафинизация нефтяных продуктов. М., Гостоптехиздат, 1961. 248 с.
- 8.Технология переработки нефти и газа. Ч. 3-я Черножуков Н. И. Очистка и разделение нефтяного сырья, производство товарных нефтепродуктов. Под ред. А. А. Гуреева и Б. И. Бондаренко. — 6-е изд., пер. и доп. — М.: Химия, 1978 г. —424 с.
9. Поникаров И.И., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. – М.: Альфа-М., 2006. – 608 с.
10. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 677 с.

11. Черножуков Н. И. Технология переработки нефти и газа, ч. 3. М.: Химия, 1978, 424 с, ил.
12. Нефти СССР. Справочник. Т-2. М.: Химия. 1972. 616 с.
13. Справочник нефтепереработчика. /Под ред. Ластовкина. М.: Химия, 1986. 648 с, ил.
14. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. М.: Химия, 2001. 568 с, ил.
15. Пыхалова Н. В. Конспект лекций по дисциплине "Технология получения масел и парафинов". Учебное пособие. Астрахань, АГТУ. 2001. 145 с.
16. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. Под ред. Ю. И. Дытнерского. М.: Химия, 1991. 496 с
17. Мановян А.К., Тараканов Г. В. Технологический расчет аппаратуры установок дистилляции нефти и ее фракций. Астрахань, АГТУ. 1998.
18. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа, М.: Химия, 1973. 256с.
19. З.Яковлев С.П., Сухов В.А., Чебанов Ю.А. Тепловой расчет кристаллизатора смешения для производства парафинов и масел / Нефтепереработка и нефтехимия. 1991.- № 5.- с.45-48.
20. Разработка технологии обезмасливания и депарафинизации нефтепродуктов с применением пульсационного кристаллизатора смешения .

ПРИЛОЖЕНИЕ А

КРИСТАЛЛИЗАТОРЫ

Отчёт о патентных исследованиях

Общие данные об объекте исследования

Объектом исследования является кристаллизатор, предназначенный для отделения нефтяных масел от парафинов. Область применения устройства – нефтяные промышленные предприятия.

Поиск российских патентов проводился по базе данных Федерального института промышленной собственности (www.fips.ru) с использованием ключевых слов: кристаллизатор, парафин, депарафинизация.

Введение

Депарафинизатор (кристаллизатор) нефти – установка, в ходе работы которой происходит отделение парафинистых углеводородов от нефтяных фракций. Как правило, установка депарафинизации масел состоит из нескольких отделений: отделения кристаллизации, фильтровального отделения, отделения регенерации растворителя и системы инертного газа, холодильного отделения. В данном патентном обзоре будет рассмотрен основной составляющий узел установки - кристаллизатор.

Технический уровень и тенденции развития объекта исследования

1) Патент № 112904.

Изобретение относится к кристаллизационным устройствам для химической и нефтехимической промышленности, в частности к колоннам-кристаллизаторам, может использоваться при очистке нефти от парафина при ее подготовке к транспортировке, в производстве технических масел и при депарафинизации масел. Колонна-кристаллизатор для очистки нефти от парафинов с использованием сжиженного пропана, отличающаяся тем, что колонна-кристаллизатор выполнена в виде вертикального аппарата с эллиптической крышкой и днищем, снабжена штуцерами ввода смеси пропан+нефть на верхнюю тарелку, откачки паров пропана, ввода

переохлажденной смеси пропан+нефть+твердые парафины с распределителем потока, удаления из аппарата переохлажденной смеси пропан+нефть+твердые парафины, полного опорожнения, во внутренней полости кристаллизатора по всей площади горизонтально расположены тарелки с центральным отверстием для прохода паров пропана и стенками для удержания необходимого объема смеси, каждая тарелка снабжена стенкой-разделителем потока и переливным отверстием, окруженным с трех сторон стенками, для перелива смеси на нижерасположенную тарелку по патрубку. Технический результат - улучшение эксплуатационных свойств колонны, интенсификация процесса депарафинизации нефти.

Основными проблемами, при очистке нефти от парафинов с использованием в качестве растворителя сжиженного пропана или его смеси с бутаном является обеспечение равномерного охлаждения смеси нефть-растворитель, получение крупных кристаллов парафина в процессе переохлаждения смеси нефть-растворитель и налипание осадка на внутренней поверхности кристаллизатора. Налипание осадка на внутренней поверхности кристаллизатора приводит к необходимости периодической остановки процесса для его очистки.

Технической задачей заявляемой полезной модели является улучшение эксплуатационных свойств колонны - кристаллизатора, что приводит к интенсификации процесса депарафинизации нефти.

На прилагаемом графическом материале рис.5. изображена предлагаемая колонна-кристаллизатор. Колонна-кристаллизатор твердых парафинов представляет собой вертикальный аппарат 1 с эллиптическими крышкой и днищем. Кристаллизатор снабжен штуцерами: ввода смеси пропан+нефть на верхнюю тарелку 2; откачки паров пропана 3; ввода переохлажденной смеси пропан+нефть+твердые парафины с распределителем потока 4; удаления из аппарата переохлажденной смеси

пропан+нефть+твердые парафины 5; полного опорожнения 6. Внутри колонны-кристаллизатора по всей площади горизонтально располагаются тарелки 7 с центральным отверстием для прохода паров пропана 11 и стенками для удержания необходимого объема смеси 9. Каждая тарелка снабжена переливным отверстием 13, окруженным с трех сторон стенками 12 для перелива смеси на нижерасположенную тарелку по патрубку 8. Тарелка также снабжена стенкой-разделителем потока 14 для движения смеси к патрубку 8.

Устройство работает следующим образом.

Смесь пропан+нефть подают на первую верхнюю тарелку из штуцера 2, после заполнения тарелки смесь переливается по патрубку 8 на нижерасположенную тарелку. В процессе заполнения тарелки уменьшается количество пропана и понижается температура смеси вследствие вскипания пропана, под действием компрессора откачки паров через штуцер 3. На второй тарелке продолжается охлаждение смеси и выделение парафинов. На вторую тарелку для ускорения кристаллизации парафинов через штуцер с распределителем потока 4 вводится переохлажденная смесь пропан+нефть+твердые парафины, содержащиеся в ней твердые парафины служат дополнительными центрами кристаллизации. Переохлаждаясь, смесь переливается на следующую тарелку. Начиная с третьей тарелки, стенки 12 вокруг переливного отверстия 13 отсутствуют по всему периметру, смесь с увеличенной вязкостью свободно переливается на последующую тарелку, переохлаждаясь и насыщаясь увеличенными кристаллами парафинов, сливается в нижнюю часть аппарата, откуда через штуцер 5 ее откачивают на узел фильтрации и частично на вторую тарелку.

Таким образом, предлагаемая полезная модель позволяет улучшить эксплуатационные свойства колонны-кристаллизатора за счет горизонтального расположения в нем системы тарелок, по которым

самотеком перетекает и одновременно охлаждается смесь нефть-растворитель, в качестве растворителя и охлаждающего агента используют сжиженный пропан.

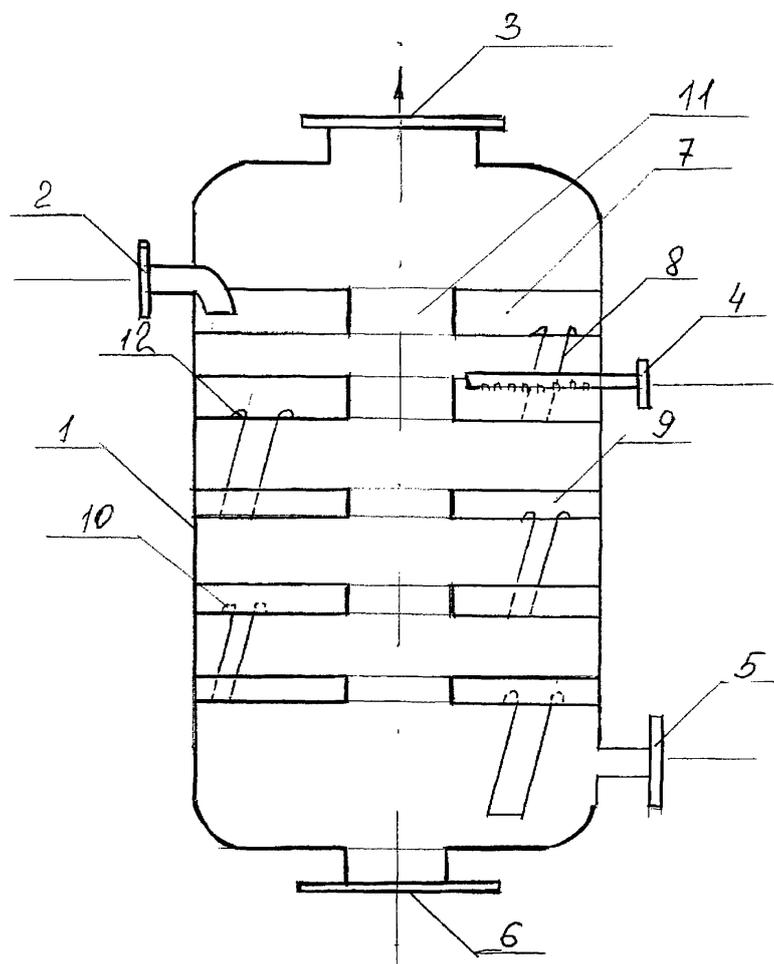


Рис.5. Кристаллизатор к изобретению [3].

2) Патент № 104861

Изобретение относится к области оборудования для нефтеперерабатывающей промышленности и предназначено для получения парафиновых суспензий в процессах депарафинизации масел и обезмасливания парафинов. Устройство также может быть использовано для многоступенчатого прямоточного смешения жидких потоков или потоков, включающих твердую фазу; в процессах, требующих постепенного разбавления, растворения, а также в прямоточных процессах экстракции - жидкостной экстракции и экстракции жидким экстрагентом из твердой фазы.

Кристаллизатор состоит из вертикального корпуса колонного типа, соединенного трубопроводом с пульсационной камерой. В корпусе расположены перегородки с перетоками и перегородки с соплами, примыкающими к корпусу, при этом чередование данных перегородок образует секции. Корпус оснащен штуцерами подачи сырья, хладагента, и вывода суспензии, причем штуцер подачи сырья, и один из штуцеров подачи хладагента, находящиеся в нижней части корпуса, соединены с расположенным внутри корпуса инжектором, через который сырье и часть хладагента поступают в кристаллизатор. Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков данного устройства, является создание режима разбавления сырья хладагентом и температурного профиля в кристаллизаторе, требуемых для получения суспензий с улучшенными фильтрационными характеристиками.

Задача, на решение которой направлено заявленное техническое решение, заключается в создании требуемого температурного режима работы кристаллизатора, обеспечивающего получение суспензий с улучшенными фильтрационными характеристиками.

Данная задача решается за счет того, что пульсационный кристаллизатор, включающий вертикальный корпус колонного типа, соединенный трубопроводом с пульсационной камерой, в корпусе расположены перегородки с перетоками и перегородки с соплами, примыкающими к корпусу, при этом чередование перегородок образует секции, корпус оснащен штуцерами подачи сырья, хладагента и вывода суспензии, имеет отличительный признак: штуцер подачи сырья и один из штуцеров подачи хладагента, находящиеся в нижней части корпуса, соединены с расположенным внутри корпуса инжектором, через который сырье и часть хладагента поступают в кристаллизатор.

Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков, является создание режима разбавления сырья хладагентом и температурного профиля в кристаллизаторе, требуемых для получения суспензий с улучшенными фильтрационными характеристиками.

Сущность технического решения поясняется рис.6, на котором изображены схема пульсационного кристаллизатора и инжектора, встроенного в нижнюю часть корпуса.

Пульсационный кристаллизатор включает вертикальный корпус 1 колонного типа, соединенный трубопроводом 2 с пульсационной камерой 3. Корпус оснащен перегородками 4 с перетоками 5 и перегородками 6 с соплами 7, примыкающими к корпусу. Чередование перегородок образует секции. Корпус имеет штуцеры подачи хладагента 8, ввода сырья 9 и вывода суспензии 24. Штуцер подачи сырья 9 соединен с патрубком 10, расположенным в корпусе кристаллизатора, заканчивающимся соплом 11. Патрубок 10 соосно расположен внутри корпуса инжектора 12, к которому последовательно присоединены остальные части инжектора - смесительная камера 13 и диффузор 14. Корпус инжектора 12 имеет отверстие 15 для входа сырьевой смеси из полости нижней части корпуса кристаллизатора и патрубок 16, соединенный со штуцером 17 ввода части хладагента 20.

Устройство работает следующим образом.

Парафинсодержащее сырье 18, разогретое до температуры, превышающей температуру насыщения парафином, подается в штуцер 9, соединенный последовательно с патрубком 10 и соплом 11, составляющими часть инжектора. При высокоскоростном истечении сырья из сопла 11 в корпусе инжектора 12 создается разрежение и раствор, образовавшийся в нижней части корпуса кристаллизатора 1 при смешении сырья 18 и части 20 общего потока хладагента 19 - охлажденного растворителя процесса депарафинизации (обезмасливания), вовлекается через отверстие 15 в корпус

инжектора 12. Данный поток 21, расход которого превышает расход сырья 18 в 3-5 раз, смешивается с хладагентом 20, поступающим в корпус инжектора через штуцер 17 и патрубок 16. Образовавшаяся смесь 22 сырья 18, хладагента 20 и потока 21, поступающего в инжектор через отверстие 15, через смеситель 13 и диффузор 14 инжектора нагнетается в нижнюю часть корпуса 1 кристаллизатора. В результате эффективного смешения потоков в инжекторе и высокоскоростного истечения образовавшейся смеси 22 достигается полное растворение сырья 18 и хладагента 20 в нижней части кристаллизатора, исключающее возможность образования сгустков парафина, обусловленного локальными зонами переохлаждения смеси, возникающими при недостаточно интенсивном смешении потоков. Дальнейшее смешение полученного сырьевого потока (раствора сырья) с хладагентом и образование парафиновой суспензии происходит следующим образом. Аппарат заполнен средой до уровня штуцера выхода суспензии 24. Специальное устройство - пульсатор 25 соединен с линией сжатого инертного газа и линией выхлопа, в которой поддерживается атмосферное давление, и пульсационной камерой 3. С заданной частотой и продолжительностью пульсатор 25 поочередно соединяет полость пульсационной камеры 3 с линией сжатого инертного газа и выхлопа, создавая в пульсационной камере пневматические импульсы (пульсацию). Уровень и размах колебаний жидкости в пульсационной камере 3 регулируется настройкой соответствующего режима пульсации - давления в линии сжатого газа, частоты пульсации, соотношения между продолжительностью импульса и выхлопа. При этом размах колебаний жидкости в пульсационной камере и частота пульсации обеспечивают заданную интенсивность перемешивания в секциях аппарата. Перепад уровней в пульсационной камере и аппарате (уровни показаны на фиг.1 штрих-пунктирными линиями), определяющий отметку установки пульсационной камеры, определяется, исходя из величины давления в

системе инертного газа и гидродинамических характеристик системы пульсационная камера - аппарат.

Во время импульса движение вытесняемой из пульсационной камеры жидкости обеспечивает переток сырьевой смеси вверх по колонне. При этом высокоскоростное течение в соплах 8 обеспечивает интенсивное перемешивание хладагента 23, поступающего в штуцеры 8, в верхних частях секций.

При выхлопе газа из пульсационной камеры происходит переток сырьевой смеси (за счет перепада уровней в колонне и пульсационной камере) в обратном направлении - вниз по колонне. В течение данного периода поток в соплах перемешивает хладагент 23 в нижних частях секций. Параметры пульсационного воздействия, конфигурация и размеры перетоков 5 и сопел 7, геометрические параметры секций обеспечивают требуемую интенсивность перемешивания хладагента с сырьевым потоком. Сырьевой поток, движение которого вверх от секции к секции обусловлено непрерывной подачей в аппарат сырья и хладагента, охлаждается по мере разбавления.

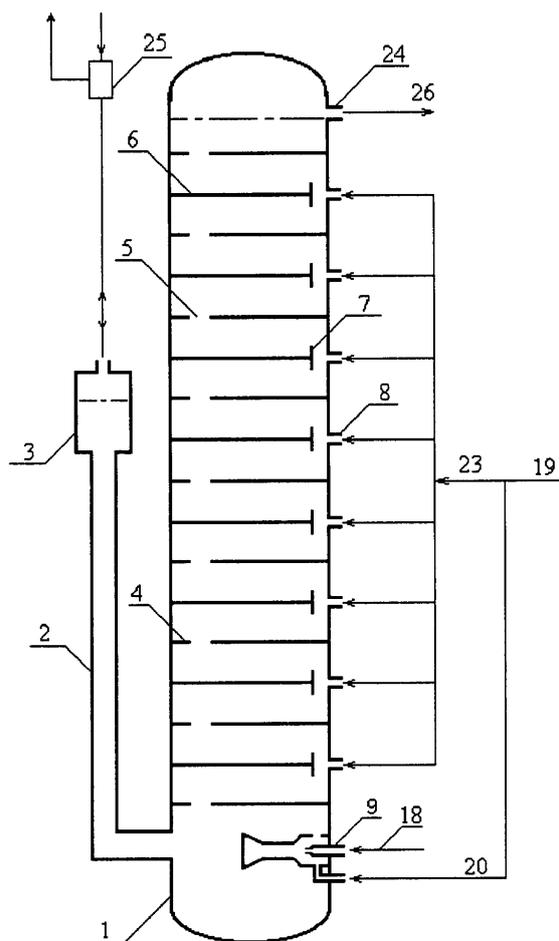


Рисунок.6.Кристаллизатор к изобретению [2].

3) Патент № 2272069

Изобретение применяется в нефтеперерабатывающей промышленности в процессах депарафинизации и обезмасливания нефтепродуктов при производстве масел и твердых парафинов. Сущность: парафинсодержащее сырье ступенчато смешивают с хладагентом, в качестве которого применяют охлажденный растворитель, раствор фильтрата или их смесь, в многосекционном вертикально установленном аппарате - пульсационном кристаллизаторе за счет пульсационного воздействия на весь объем сырьевой смеси, заполняющей аппарат, обеспечивающего возвратно-поступательное движение сырьевой смеси в перетоках между секциями, с одновременной непрерывной подачей в эти перетоки хладагента. Причем сырье перед поступлением в аппарат смешивают с частью хладагента с получением

сырьевого раствора, температура которого на 3-5°C выше температуры начала кристаллизации парафина в этом растворе. Полученную парафиновую суспензию дополнительно охлаждают до температуры разделения с последующей регенерацией растворителя из продуктов разделения. Предпочтительно смешение осуществляют в ряде перемешивающих устройств, последовательно установленных на трубопроводе подачи сырья в аппарат. Технический результат - повышение скорости разделения получаемой парафиновой суспензии, увеличение выхода депарафинированного масла и снижение содержания масла в гаче - сырье для производства.

Целью заявленного способа является повышение скорости разделения получаемой суспензии и увеличение выхода депарафинированного масла, снижение содержания масла в гаче - сырье для производства парафинов.

Поставленная цель достигается способом депарафинизации масел и получения твердых парафинов, согласно которому сырье перед поступлением в аппарат (пульсационный кристаллизатор), в котором осуществляется его многоступенчатое смешение с хладагентом, смешивают с частью хладагента - охлажденного растворителя, раствора фильтрата или их смеси - с получением сырья температура которого на 3-5°C выше температуры начала кристаллизации парафина в этом растворе. Причем смешение сырья с частью хладагента перед поступлением в аппарат осуществляют в ряде перемешивающих устройств, последовательно установленных на трубопроводе подачи сырья в кристаллизатор.

Установка работает следующим образом. Сырье 1 рис.7, разогретое до температуры, превышающей температуру начала кристаллизации в нем парафина на 15-25°C, смешивают с частью хладагента 2 от общего его количества 3, предназначенного для смешения с сырьем в процессе получения парафиновой суспензии.

В качестве хладагента 3 применяется охлажденный избирательный растворитель (кетоны с 3-6 атомами углерода в молекуле, их смеси друг с другом, с ароматическими углеводородами, эфирами, а также смеси галогенпроизводных углеводородов), раствор фильтрата одной из ступеней разделения суспензии в зависимости от технологической схемы процесса, или их смеси.

Смешение сырья 1 с частью хладагента 2 перед поступлением в пульсационный кристаллизатор осуществляют в ряде перемешивающих устройств 4, установленных на трубопроводе подачи сырья.

Образовавшийся сырьевой поток 5 поступает под первую секцию пульсационного кристаллизатора 6 - аппарата, представляющего собой полую вертикальную колонну, оснащенную чередующимися перегородками 7 и 8. Пространство между смежными перегородками 7 образует секцию. Перегородки 8 имеют перетоки - сопла 9. Сопла 9 соединены с вводами 10 хладагента 11 - части от общего количества хладагента 3 за вычетом хладагента 2, подаваемого на предварительное разбавление сырья.

Сырьевой поток 5, смешиваясь с хладагентом 11, непрерывно поступающим в секции пульсационного кристаллизатора 6, заполняет весь объем кристаллизатора до уровня штуцера выхода суспензии 12. Пульсационное воздействие на сырьевую смесь осуществляют пульсатором 13, генерирующим импульсы сжатого инертного газа 14, поступающие в пульсационную камеру 15, соединенную с кристаллизатором 6 трубопроводом 16. Импульсы сжатого инертного газа создают колебания уровня сырьевой смеси в пульсационной камере 15, одновременно поддерживая разность уровней в ней и корпусе пульсационного кристаллизатора 6. Колебания уровня сырьевой смеси в пульсационной камере 15 создают в полости кристаллизатора 6 (т.к. пульсационная камера и

полость кристаллизатора образуют сообщающиеся сосуды) вертикальное возвратно-поступательное движение сырьевого потока.

При этом в соплах 9 ввиду малой площади их "живого" сечения скорость возвратно-поступательного движения потока резко увеличивается, обеспечивая интенсивное перемешивание сырьевого потока с хладагентом 11 в секциях кристаллизатора 6. Совершая колебания по вертикали, сырьевой поток движется вверх по корпусу кристаллизатора 6 - это движение обусловлено непрерывным поступлением в аппарат сырьевого потока 5 и хладагента 11.

Сырьевой поток, двигаясь от секции к секции, охлаждается по мере разбавления его хладагентом 11. Охлажденный сырьевой поток, образовавший парафиновую суспензию 17, подается в испарительные скребковые кристаллизаторы для дополнительного охлаждения до температуры разделения.

После отделения жидкой фазы от кристаллов парафина продукты разделения поступают на регенерацию растворителя.

Предварительное смешение сырья 1 с частью хладагента осуществляют в двух-трех перемешивающих устройствах 4 последовательно установленных на линии подачи сырья.

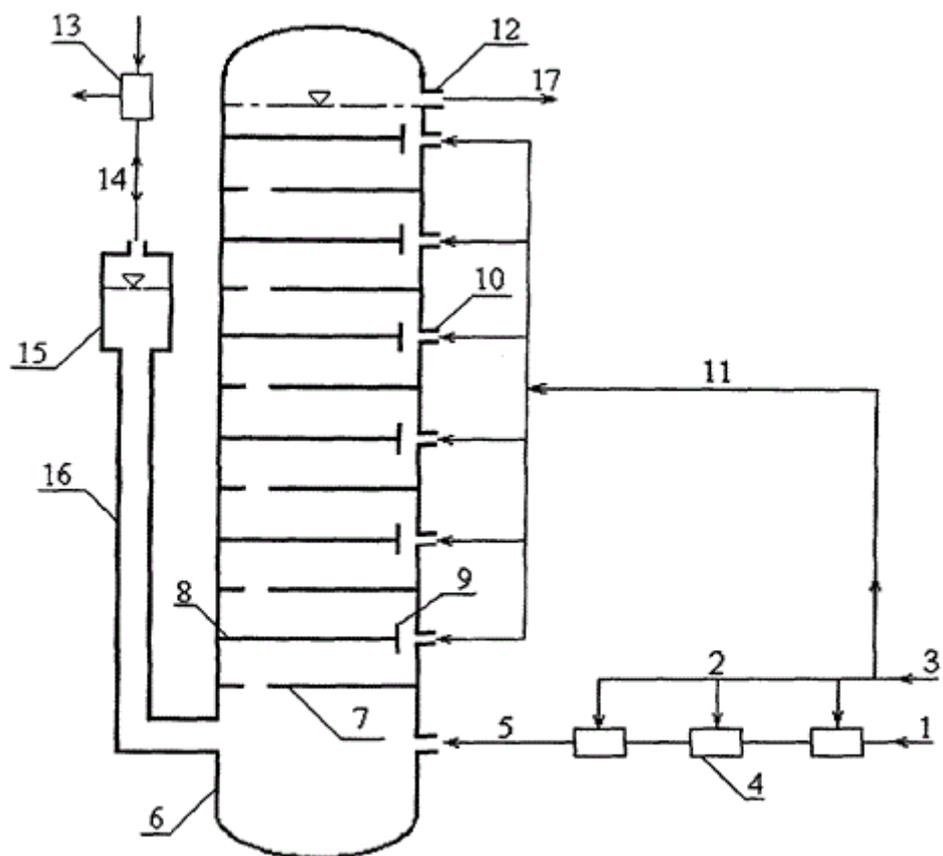
В качестве перемешивающих устройств применяются статические смесители, представляющие собой участки трубопровода, оснащенные лопатками или спиралями 18, повышающими турбулентность потока в данной точке смешения.

Могут быть использованы инъекционные смесители, обеспечивающие не только диспергирование хладагента в потоке сырья, но и циркуляцию части сырьевого потока 19, выходящего из инжектора, в точку смешения растворителя с сырьем. В этом случае наряду с интенсивным

перемешиванием хладагента с сырьем достигается снижение концентрации подаваемого хладагента в сырьевом потоке, выходящем из инжектора.

После Последовательная подача хладагента, имеющего низкую температуру, в две-три точки при интенсивном его смешении с сырьевым потоком предотвращает образование сгустков выкристаллизовавшегося парафина, включающих раствор сырья в хладагенте.

При однократной подаче хладагента в сырье без дополнительного перемешивания образующиеся в точке смешения сгустки парафина могут не раствориться вплоть до поступления сырьевого потока в кристаллизатор несмотря на то, что температура сырьевой смеси в этой точке выше температуры начала кристаллизации в ней парафина. Дальнейшее охлаждение сырьевого потока в пульсационном кристаллизаторе до температуры начала кристаллизации парафина из раствора сырья и более низких температур не способствует растворению данных сгустков. Их наличие в разделяемой суспензии ухудшает качество отделения жидкой фазы (раствора масла в хладагенте) от кристаллов парафина, что приводит к снижению выхода депарафинированного масла и повышению содержания масла в гаче - сырье для производства парафина.



Фиг. 1

Рисунок.7.Кристаллизатор к изобретению [3].