



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов _____
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология _____
ООП Химическая технология переработки нефти и газа _____
Отделение химической инженерии _____

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ АТМОСФЕРНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ И ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА

УДК665.63.048.023

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Шарабаев Артем Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Самборская Марина Анатольевна	к.т.н.		

Консультант(при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООТД	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кузьменко Елена Анатольевна	к.т.н.		

Томск – 2023 г.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП
«Химическая технология переработки нефти и газа»
(направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»)

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен и готов использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Готов использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ОПК(У)-3	Готов использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
ОПК(У)-4	Владеет пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознанием опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-5	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК(У)-6	Владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен и готов осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
ПК(У)-2	Готов применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

	программ для расчета технологических параметров оборудования
ПК(У)-3	Готов использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности
ПК(У)-4	Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК(У)-5	Способен использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест
ПК(У)-6	Способен настраивать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств
ПК(У)-7	Способен проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта
ПК(У)-8	Готов к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования
ПК(У)-9	Способен анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования
ПК(У)-10	Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа
ПК(У)-11	Способен выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способен планировать и проводить химические эксперименты, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, применять методы математического моделирования и



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

	анализа при исследовании химико-технологических процессов
ДПК(У)-2	Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования
ДПК(У)-3	Готов использовать знания фундаментальных физико-химических закономерностей для решения возникающих научно-исследовательских задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе, химических реакторов
ДПК(У)-4	Готов использовать информационные технологии при разработке проектов
ДПК(У)-5	Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования на английском языке



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (ООП) 18.03.01 Химическая технология

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Кузьменко Е.А.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-2Д8Б	Шарабаев Артем Сергеевич

Тема работы:

Повышение эффективности работы установки атмосферной перегонки нефти и газового конденсата

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 31-66/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

05.06.2023 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Технологическая схема; составы нефтей и газовых конденсатов, оборудование установки фракционирования

Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке

(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

Введение: актуальность работы. **Технико-экономическое обоснование:** Современные подходы к повышению эффективности схем атмосферной перегонки нефти и газового конденсата.

Аналитический обзор: Современные схемы и контактные устройства колонн ректификации, влияние состава сырья на эффективность работы установок.

Экспериментальная часть:

Разработка модели технологической схемы



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

	установки фракционирования с колонной предварительного отбензинивания и основной колонной. Анализ влияния состава перерабатываемого сырья на выход светлых дистиллятов и энергопотребление. Оптимизация режимных параметров в зависимости от состава сырья. Проектирование колонны отбензинивания. Рекомендации по оптимизации работы.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна, к.э.н., доцент ОСГН
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович, к.т.н., доцент ООТД
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
-	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.03.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Самборская Марина Анатольевна	к.т.н.		30.03.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Шарабаев Артем Сергеевич		30.03.2023 г.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология (ООП Химическая технология переработки нефти и газа/ Технология подготовки и переработки нефти и газа)

Уровень образования Бакалавриат

Отделение химической инженерии

Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-2Д8Б	Шарабаев Артем Сергеевич

Тема работы:

Повышение эффективности работы установки атмосферной перегонки нефти и газового конденсата

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

05.06.2023 г.

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2023	Введение	5
30.04.2023	1. Технико-экономическое обоснование и аналитический обзор	25
20.05.2023	2. Экспериментальная часть	40
20.05.2023	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
20.05.2023	5. Социальная ответственность	10
31.05.2023	Выводы	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Самборская Марина Анатольевна	к.т.н.		30.03.2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кузьменко Елена Анатольевна	к.т.н.		30.03.2023 г.

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Шарабаев Артем Сергеевич		30.03.2023 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 82 _____ с., _____ 21 _____ рис., _____ 26 _____ табл., _____ 40 _____ источников.

Ключевые слова: фракционирование, схемы, контактные устройства, сырье, эффективность колонна отбензинивания нефти.

Объектом исследования является установка фракционирования нефти

Цель работы – выявление путей повышения эффективности работы установок фракционирования нефти.

В ходе исследования с использованием программного обеспечения САПР Unisim Design была создана модель установки фракционирования нефти с колонной предварительного отбензинивания. Кроме того, был предложен способ рекуперации тепла отходящих продуктовых потоков.

Область применения – нефтеперерабатывающая промышленность.

Оглавление

Введение	11
1 Технико-экономическое обоснование: Современные подходы к повышению эффективности схем атмосферной перегонки нефти и газового конденсата.	14
2 Аналитический обзор: Современные схемы и контактные устройства колонн ректификации, влияние состава сырья на эффективность работы установок.	20
3 Экспериментальная часть	29
3.1 Объект и методы исследования	29
3.2 Расчет колонны отбензинивания	31
3.3 Расчет атмосферной колонны	32
3.4 Рекуперация тепла,	34
3.5 Гидравлический расчет и анализ эффективности тарельчатой колонны	36
Заключение	43
Приложение А. Материальный баланс колонны отбензинивания	44
Приложение Б. Материальный баланс колонны ректификации	45
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	48
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	48
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	48
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	49
4.1.3 SWOT-анализ	51
4.2 Планирование научно – исследовательских работ	53
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	53
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	55
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	59
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	59

4.3.2 Затраты на оборудование	60
4.3.3 Расчет основной и дополнительной заработной платы	60
4.3.4 Накладные расходы	62
4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	63
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	64
5 Социальная ответственность	70
Введение	70
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	70
5.2 Производственная безопасность при эксплуатации	73
5.3 Экологическая безопасность при эксплуатации	81
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	83
Список использованных источников	86

Введение

Состав нефти включает в себя разные типы углеводородов, такие как, парафиновые, нафтеновые и ароматические, которые имеют разный молекулярный вес, температуру кипения фракций. Кроме того, нефть содержит азот, кислород, серу и металлические примеси. Процесс переработки нефти осуществляется на нефтеперерабатывающих заводах, где используется как физические, так и химические методы. В результате обработки нефти на заводе производят широкий спектр нефтепродуктов, таких как бензин, авиационный керосин, дизельное и котельное топливо, гудрон, битум и смазочные масла. Один из ключевых этапов переработки нефти - это процесс фракционирования, в ходе которого нефть разделяется на отдельные фракции в зависимости от температуры кипения. Для реализации этого процесса используются установки первичной переработки нефти. Результатом работы этих установок является широкий спектр нефтепродуктов, который может в дальнейшем использоваться как сырье вторичных процессов и нефтехимии.

Процессы фракционирования на российских нефтеперерабатывающих заводах, а также глубина переработки нефти не всегда соответствуют требованиям времени. Нужно говорить о необходимости внедрения современных разработок в области аппаратного оформления и отраслевых решений.

Для повышения эффективности работы установок первичной переработки нефти возможно использование различных методов, таких как подбор оптимальных параметров технологического режима, улучшение контактных устройств или выбор оптимальной схемы утилизации тепла продуктовых потоков в целях повышения энергоэффективности. Решение таких задач может быть реализовано с помощью компьютерных систем, которые моделируют работу аппаратов и технологических схем. Одним из популярных инструментов является UniSim Design.

Цель настоящей работы – выявление путей повышения эффективности работы установок фракционирования нефти.

1 Технико-экономическое обоснование: Современные подходы к повышению эффективности схем атмосферной перегонки нефти и газового конденсата.

Ректификация является одним из наиболее важных процессов тепло-массообмена в нефтеперерабатывающей промышленности. Установки первичной перегонки нефти являются крайне энергоемкими и потребляют до 83-85% всего энергопотребления. Фракционирование нефти является одним из основных источников отходов производства из-за его высокой энергоемкости. В процессе фракционирования могут образовываться отходы, такие как битум, дегазированная нефть, тяжелые остатки, дистиллятные резины и другие. Эти отходы могут быть очень энергоемкими, так как их обработка и утилизация требует высоких температур и давлений, а также использования специального оборудования, например, котлов и реакторов.

Однако, снижение отходов возможно за счет повышения эффективности процесса ректификации и улучшения термодинамических характеристик процесса. При текущей цене на энергоресурсы, только повышение экономии энергии может оправдать вложения, необходимые для внедрения инновационных технологий в ректификационный процесс. Поэтому, снижение отходов производства путем повышения эффективности тепло-массообмена может дать значительный экономический эффект в использовании материально-технических ресурсов.

Оптимальной принципиальной технологической схемой для установок фракционирования нефти является схема с двухкратным испарением. Эта схема позволяет использовать тепло отходящих продуктовых потоков наиболее полно и рационально, обеспечивает стабильность и устойчивость режима работы ЭЛОУ-АТ при возможных колебаниях фракционного состава сырья.

Согласно данной схеме, сырую нефть нагревают продуктовыми потоками и отходящими продуктами блока вакуумной установки (при ее

наличии). Максимальная интеграция тепла отходящих продуктовых потоков позволяет снизить использование тепла трубчатой печи на 30-40% [5].

Схема с двукратным испарением также защищает основную атмосферную колонну от коррозии, так как коррозионно-активные газы будут выходить через верх отбензинивающей колонны. В змеевиках трубчатой печи при этой схеме не будет высокого рабочего давления, что позволит устанавливать более дешевое оборудование без дополнительного повышения ресурса прочности.

Переработка по этой схеме даёт высокий выход светлых дистиллятов, что оказывается очень актуальным в связи с большим спросом на рынке светлых нефтепродуктов [1].

На рисунке 1.1 представлена общая схема процесса двукратного испарения.

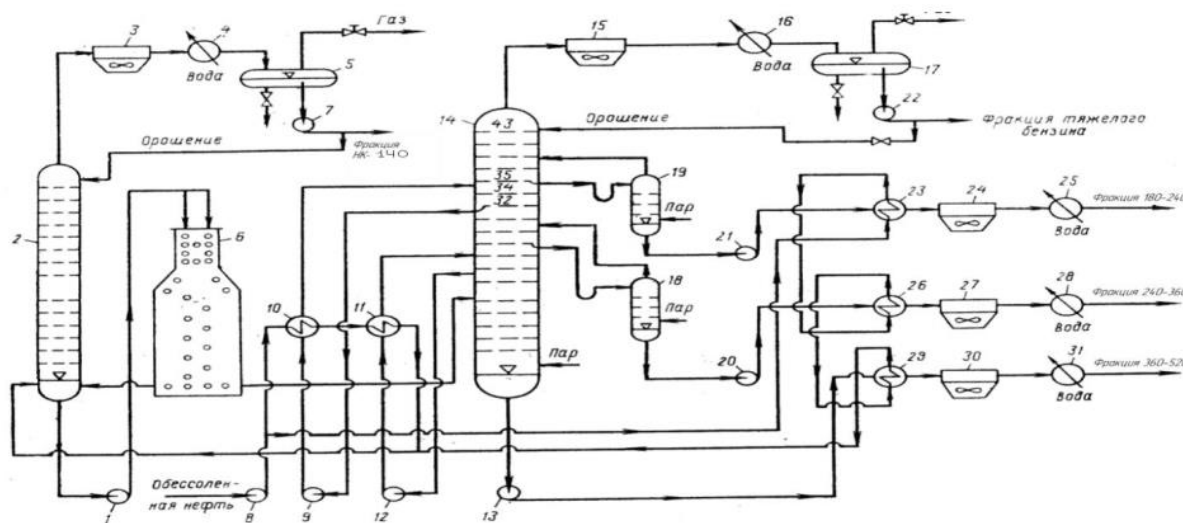


Рисунок 1.1 – Технологическая схема атмосферной перегонки нефти с двукратным испарением: 2, 14 – ректификационные колонны; 5, 17 – газосепараторы-водоотделители; 6 – трубчатая печь; 1, 7, 8, 9, 12, 13, 20, 21, 22 – насосы; 4, 16, 25, 28, 31 – холодильники; 3, 15, 24, 27, 30 – аппараты воздушного охлаждения; 10, 11, 23, 26, 29 – теплообменники; 18, 19 – отпарные колонны

В соответствии с данной технологической схемой, сырую нефть нагревают отходящими продуктовыми потоками в рекуперативных теплообменниках, после чего нагретая нефть поступает в отбензинивающую колонну. В колонне происходит отделение от нефти фракции легкого бензина НК-140, содержащей соединения сероводорода, которые, если не удалять, могут нанести значительный коррозионный вред основной атмосферной колонне. Затем отбензиненная нефть подвергается нагреву в трубчатой печи и проходит дополнительную переработку для разделения на фракции БФ, фракция 180-240°С, ДФ, фракция 320-360°С и остаток атмосферной перегонки мазут. После удаления газов и паров легкого бензина из нее. [8].

У данной принципиальной технологической схемы есть несколько недостатков. Во-первых, для поддержания нормального технологического режима и передачи тепла необходим сильный температурный нагрев частично отбензиненной нефти в печи перед основной колонной. Во-вторых, для установления конкретных температур кубовой части колонны отбензинивания потребуется подогрев куба колонны и установка вспомогательного оборудования и линий трубопроводов, что сделает схему более дорогостоящей. В-третьих, для конденсации паров дистиллята необходимо поддерживать высокое давление в отбензинивающей колонне, используя аппараты воздушного охлаждения и водяные холодильники. Организация съема тепла в колонне атмосферной перегонки осуществляется орошением, что требует увеличения расхода энергии для повышения четкости разделения продуктов. [6].

Перегонка нефти с предварительным испарением (экстренная перегонка) - это процесс перегонки нефти, при котором перед основным процессом перегонки нефть подвергается предварительному испарению. Изначально нефть поступает в резервуар для предварительной подготовки, где ее нагревают и осуществляют фильтрацию. Затем она отправляется в предварительный испаритель.

В этом устройстве нефть нагревают до температуры, необходимой для испарения части компонентов. В результате испарения образуется пар, который поднимается вверх и направляется в основной перегонный столб. Анализ технологической схемы с предварительным испарителем показал, что ее слабым местом является использование недостаточно эффективного сепаратора, что может привести к неустойчивости режима температуры и давления, особенно при изменении состава сырья. Чтобы решить эту проблему, можно заменить сепаратор на отбензинивающую колонну по схеме с двухкратным испарением, что обеспечит более глубокую обработку светлых фракций, но потребует повышения температуры нагрева. Тем не менее, использование схемы с двухкратным испарением все равно будет более эффективным с точки зрения использования энергии и ресурсов, чем схема с предварительным испарителем. Для оптимальной работы по двухколонной схеме, в основной атмосферной колонне должно быть 1-2 ПЦО. Дополнительное третье циркуляционное орошение может увеличить коэффициент использования тепла, но усложнит и затратный процесс. Максимальный отбор светлых фракций и их качество достигаются при пониженном давлении в основной атмосферной колонне. Переход на атмосферное давление или относительный вакуум может снизить потребление перегретого пара и повысить качество и выход светлых фракций. Для экономии тепла на 3-5% можно отказаться от перегретого пара и использовать вместо него умеренный вакуум в стрипингах.

Текущие требования к нефтепродуктам и развитие нефтеперерабатывающей промышленности требуют изменений в структуре схем первичной перегонки нефти. Одним из таких изменений является применение общего блока конденсации легких паров, подключенного к верху каждой колонны (рисунок 1.2). Также предлагается использовать блок улавливания легкокипящих компонентов, включающий рефлюксорные емкости, компрессор и сепаратор. В отличие от общеизвестных методов, легкие газы и пары бензиновых фракций будут дросселироваться для

уравновешивания их давлений перед подачей в блок улавливания компонентов легких фракций. Применение данной типовой схемы блока конденсации позволит уменьшить энергозатраты на переработку нефти, увеличить выход светлых фракций и улучшить их фракционирование.

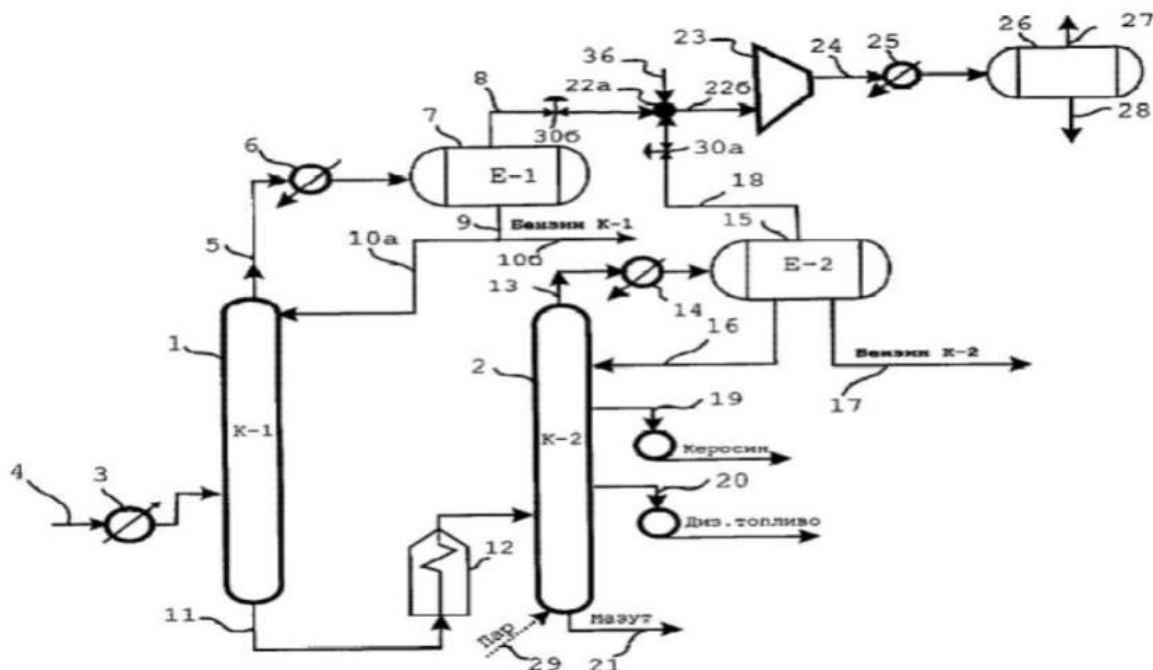


Рисунок 1.2 – Схема ректификации с блоком улавливания низкокипящих компонентов: К-1- отбензинивающая колонна; К-2 – основная атмосферная колонна; Е-1,2- рефлюксорные емкости; 3,6,14,16,19,20,25 – теплообменные аппараты;12- трубчатая печь;23-компрессор; 26 - емкость сепаратор

На рисунке 1.3 показана технологическая схема первичной перегонки нефти с дополнительным погоном. В патенте [15] описывается новая схема фракционирования нефти, в которой нефть нагревается в рекуперативных теплообменниках и затем направляется в первую отбензинивающую колонну для удаления легкого бензина. После отбензинивания нефть нагревается в трубчатой печи и попадает в эвапорационную зону атмосферной колонны. Из атмосферной колонны выделяются фракции бензина, керосина, дизельного топлива, газойлевых фракций и кубовой остаток - мазут.

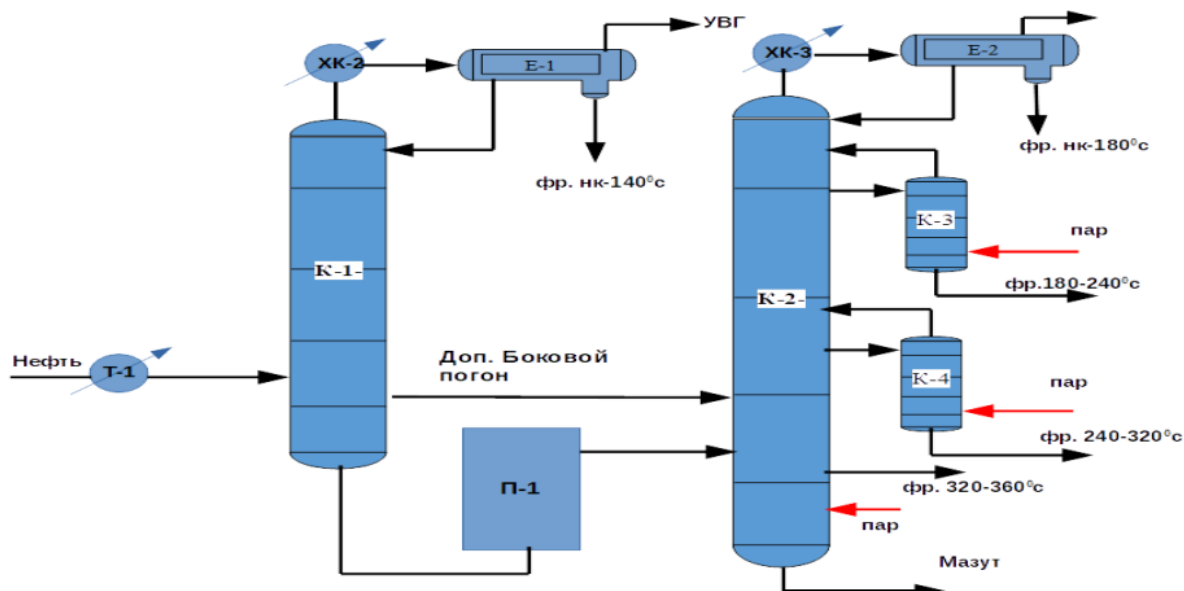


Рисунок 1.3 – Технологическая схема ректификации с дополнительным боковым погоном: Т-1– рекуперативный теплообменник нагрева нефти; К-1- отбензинивающая колонна; К-2- основная атмосферная колонна; П-1- трубчатая печь; ХК-2,3 – холодильники конденсаторы; Е-1,2- рефлюксорные емкости; К3,4 отпарные стрипинги.

Основной особенностью этой схемы является отвод дополнительного перетока с нижней полуглухой тарелки укрепляющей секции отбензинивающей колонны и его подача на нижнюю полуглухую тарелку укрепляющей секции атмосферной колонны для вывода атмосферного газойля. Дополнительный переток создаст дополнительный поток нисходящей флегмы и увеличит выход фракции атмосферного газойля. Внедрение данного патента приведет к уменьшению энергозатрат и увеличению выхода нефтепродуктов в атмосферной колонне.

2 Аналитический обзор: Современные схемы и контактные устройства колонн ректификации, влияние состава сырья на эффективность работы установок.

Существует множество вариантов и схем дистилляции нефти в зависимости от качества и состава сырья, а также спроса на рынке конкретных нефтепродуктов. Зарубежные технологии разработки оборудования и схем нацелены на снижение количества колонн - за рубежом используется схема блочной ректификации с одной колонной, в то время как в России практически 90% установок ЭЛОУ-АТ используют схему с двумя колоннами. Для повышения эффективности процесса ректификации нефти активно используются современные подходы, включающие разработку ректификационных колонн с максимальной разделительной мощностью, за счет увеличения количества контактных устройств с низким гидравлическим сопротивлением. Кроме того, используются технологии, направленные на снижение температуры и давления в колонных аппаратах, оптимизацию технологических схем ректификации, интеграцию тепла отходящих продуктовых потоков, уменьшение расхода перегретого пара, применение новейших присадок и реагентов, ускоряющих процесс ректификации.

Актуальная технико-экономическая задача заключается в применении инновационных способов подготовки и переработки нефти в зависимости от их свойств и состава, что позволит повысить качество и расширить ассортимент производимых нефтепродуктов. Новые направления улучшения способов ректификации нефти будут содействовать созданию новых производственных и экономических возможностей для уже действующих нефтеперерабатывающих заводов.

Актуальными способами увеличения эффективности процесса фракционирования нефти на текущий момент являются применение современных технологических схем, в том числе схем с наиболее полной интеграцией тепла отходящих продуктовых потоков для более интенсивного

нагрева сырья, использование высокоэффективных контактных устройств [4].

Основная цель модернизации и внедрения нововведений в процесс ректификации нефти заключается в повышении ресурсоэффективности. Если непрерывный процесс разделения нефти на его составляющие будет проводиться полностью и четко, тогда потребление энергии будет уменьшено, кроме того, уменьшатся выбросы и отходы. Использование оптимизационных технологий в ректификации нефти имеет преимущества, поскольку они могут быть интегрированы как в процесс проектирования предприятий, так и в работу уже существующих нефтеперерабатывающих заводов.

Роль принципиальных технологических схем в эффективности работы нефтеперерабатывающих заводов трудно переоценить. От структуры этих схем зависит выход и качество производимых нефтепродуктов, а также капитальные и эксплуатационные затраты на производство. В первичной переработке преимущественно используются схемы установки АТ с предварительным испарителем и двухкратным испарением.

Различают два типа ректификационных колонн по устройству внутренних контактных устройств: тарельчатые и насадочные. В тарельчатых колоннах контакт между жидкой и паровой фазами происходит на отдельных тарелках, где происходит разделение в слое жидкости и в открытом пространстве между тарелками. В насадочных колонных аппаратах же контактирование фаз в процессе теплообмена осуществляется не прерываясь, на всей высоте насадочного слоя.

Тарельчатые колонны с контактными устройствами могут быть разделены на две категории: бесколпачковые (дырчатые, решетчатые, ситчатые) и колпачковые. Бесколпачковые тарелки представляют собой провальные тарелки, на которых жидкая фаза перетекает в нижнюю часть колонны с помощью переливов или через специальные отверстия.

Насадочные колонные аппараты могут быть разделены по типу установленной насадки, а также по методу заполнения внутреннего пространства колонны насадочными устройствами, а именно: сплошным слоем на всей высоте колонны или слоями насадок на частных поддерживающих решетках [16].

В работе [17] описывается высокоэффективная тарелка каскадного типа (см. рисунок 2.1), которая состоит из горизонтально расположенных лент с щелевыми зазорами и уклоном от одной стороны корпуса колонны к другой. Это контактное устройство обладает несколькими преимуществами, такими как низкое гидравлическое сопротивление, интенсивный тепломассообмен между жидкой и паровой фазами благодаря сетчатой ленте, а также способность работать в большом диапазоне скорости прохождения газа за счет низкого уровня жидкости. Кроме того, данная тарелка имеет малый уровень уноса брызг и капель флегмы.

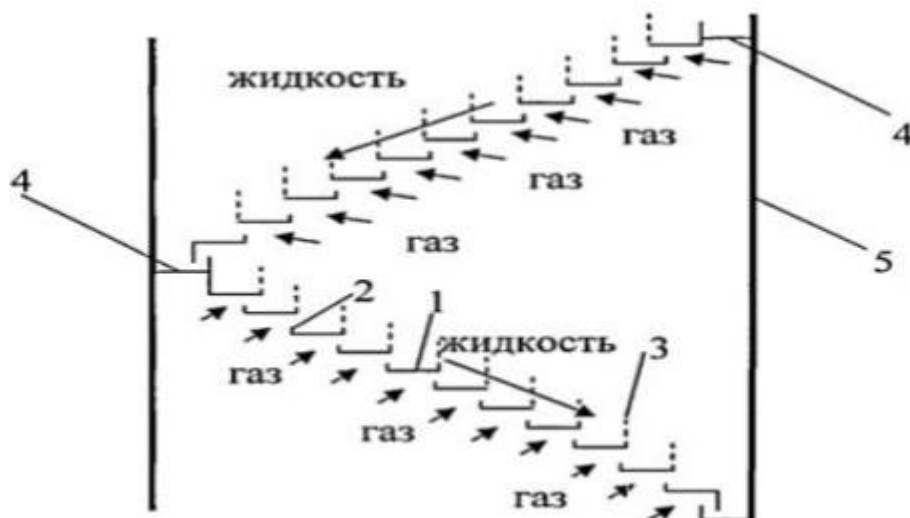


Рисунок 2.1 – Каскадная тарелка: 1-ленты, 2-плоскость бордюры, 3-сетчатая лента, 4-переливное устройство, 5-стена колонны.

На рисунке 2.2 изображен принцип работы каскадной тарелки, состоящей из S-образных желобов с вертикальными перегородками, на которых происходит тепломассообмен между паровой и жидкой фазами. Легкие пары и газы поступают на нижнее контактное устройство, где

контактируют с жидкой фазой, образуя пенообразную флегму. Флегма перетекает через вертикальные перегородки и стекает в следующий желоб. Жидкая фаза после прохождения через все желобы попадает в переливное устройство и повторно поступает на нижнее контактное устройство. Конструкция вертикальных перегородок может быть различной, включая форму прямой или загнутой сверху, что способствует улучшению процесса теплообмена между контактирующими фазами.

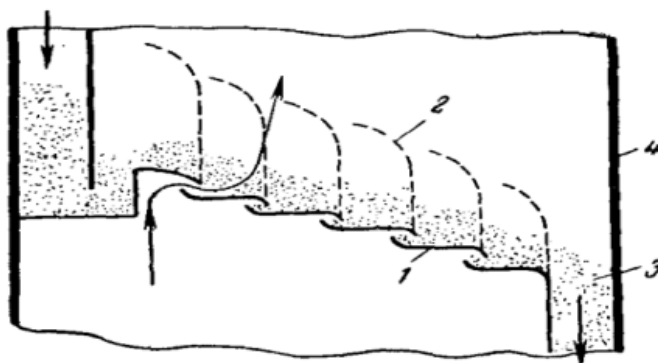


Рисунок 2.2 – Схема каскадной тарелки: 1- S- образные желоба; 2- решетчатые перегородки; 3-сливной стакан; 4-стенка колонны.

Если рассматривать область конструкций насадочных контактных устройств, то автор патента [18] рекомендует применять регулярные насадки, представляющие собой гофрированные листы, объединенные в пакеты разных модификаций. На рисунке 2.3 демонстрируется принципиальная схема регулярной насадки.

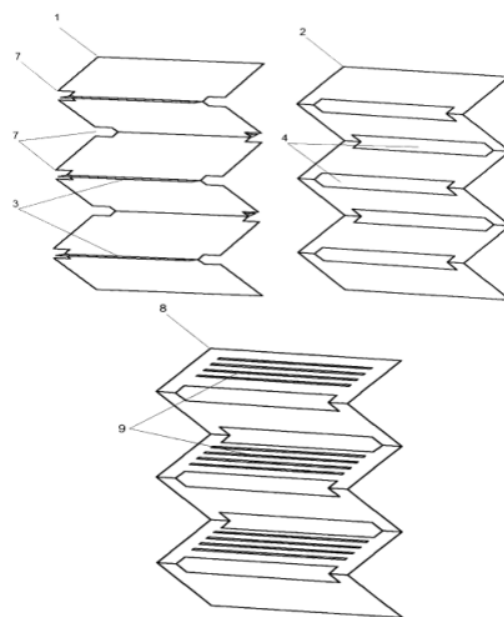


Рисунок 2.3 – Регулярная насадка для тепло-массообменных процессов: 1- гофрированный лист первого исполнения; 2-гофрированный лист второго исполнения; 3- спиралевидные ленты;4-прорези; 7-вырезы; 8-гофрированный лист третьего исполнения; 9- просечки.

Первый тип гофрированного листа 1 имеет вырезы 7, выполненные на краях вершин гофр, с идентичной формой. На вершинах гофр установлены ленты спиралевидной формы 3 с выступами 12-15 мм, которые образуются из-за свертывания вершины гофры, разрезания горизонтальной площадки на небольшие ленты с одним закрепленным концом и поворота свободного конца на 90° вокруг оси ленты. Второй тип гофрированного листа 2 содержит прорези 4 на вершинах гофр с разной величиной для регулировки массовых расходов контактирующих фаз и их свойств. Третий тип гофрированного листа 8 имеет просечки 9. Использование этих конструкций контактных устройств позволит уменьшить габариты аппарата и урезать затраты на их производство. Диаграмма потока газа и жидкости представлена на рисунке 2.4.

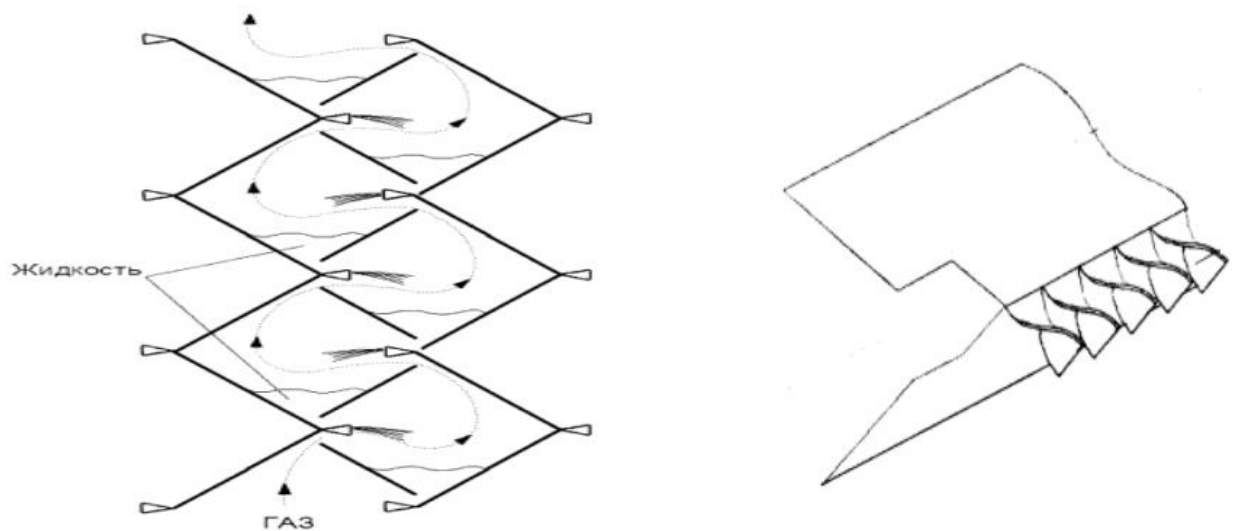


Рисунок 2.4 – Схема движения потоков на регулярной насадке.

Изложенная информация описывает процесс контакта жидкой и паровой фаз в ромбовидных каналах. Флегма, которая стекает со спиралевидных лент, движется параллельно, а затем прямолинейно относительно газа. Таким образом, жидкость и пары сталкиваются с противоположной стенкой канала, обеспечивая контактирование. Особенность насадки заключается в том, что она повышает интенсивность процесса фракционирования, благодаря высоким показателям тепломассопередачи.

Один из способов усиления процесса ректификации заключается в использовании многопоточной контактной тарелки. В таком случае основание с контактными элементами и переливными коробами оснащено гидрозатворными устройствами, стенки которых перфорированы вырезами разной конфигурации. Внизу гидрозатворных устройств располагаются рассекатели конусной формы. Данный принцип описан в патенте [19] (рисунок 2.5).

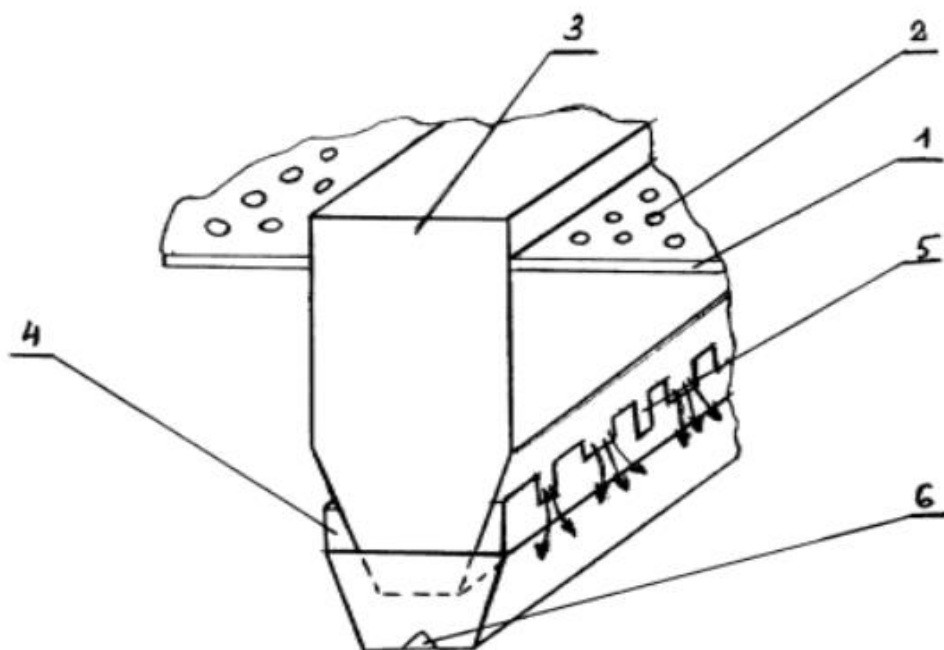


Рисунок 2.5 – Многопоточная контактная тарелка: 1- основание; 2- контактные элементы (отверстия); 3-переливные короба; 4- гидрозатворные устройства; 5-боковые стенки; 6-конусный рассекатель.

Действительно, наличие переливных коробов, оборудованных гидрозатворными устройствами, в контактном устройстве позволяет снизить унос брызг жидкости и обеспечить равномерное распределение на поверхности тарелки. Это, в свою очередь, способствует повышению производительности и устойчивости работы контактного устройства при различных технологических режимах.

В работе [20] рассматривается способ интенсификации процесса первичной перегонки нефти с помощью поверхностно активного вещества - соли калия синтетической жирной кислоты. Введение этого вещества в поток сырьевой нефти в количестве 20-30 грамм на тонну нефти позволяет повысить отбор фракций легких углеводородов за счет снижения поверхностного натяжения. Кроме того, уменьшается время, затраченное на фракционирование светлых фракций в кубовом остатке, благодаря росту поверхности на границе раздела парогазовой и жидкой части.



Зависимость увеличения выхода фракций Шаймской нефти при расходе *RCOOK* 27 ppm от скорости перегонки в условиях четкой ректификации на аппарате АРН 2, где цифрами обозначены: 10 – рассматриваемая зависимость при нагреве до 100^oС ; 11 – рассматриваемая зависимость при нагреве до 200^oС

Рисунок 2.6 – Зависимость увеличения выхода фракций при расходе *RCOOK* 27 ppm, от скорости перегонки

Проведенные эксперименты доказали, что повышение показателя скорости отбора фракций при помощи *RCOOK* приводит к увеличению выхода фракций при разгонке до одинаковой температуры. На рисунке 2.6 показана зависимость увеличения выхода фракций Шаймской нефти от расхода *RCOOK* на установке АРН 2 в условиях четкой ректификации. Из рисунка видно, что использование поверхностно-активного вещества *RCOOK* увеличивает отбор фракций при перегонке до одинаковой температуры.

В работе [21] описывается метод интенсификации процесса фракционирования нефти путем дозировки в нее не синтезированного растворителя с массовым расходом от 10 до 17%. Присадка представляет собой ароматическое соединение среднего состава, полученное при дистиляции каменноугольной смолы. Действие не синтезированного растворителя направлено на более эффективное и быстрое растворение парафинов, асфальтосмолистых и гетероатомных соединений, что приводит к увеличению скорости фракционирования и выхода светлых фракций.

Эксперименты, проведенные на опытно-промышленной установке мини-НПЗ, продемонстрировали повышение качества и увеличение выхода светлых дистиллятов при переработке нефти. Показатели опытных испытаний,

проводившихся в аттестованной лаборатории Центра испытаний нефтепродуктов компании "Газпромнефть-Кузбасс" в городе Новокузнецке, подтвердили возможность использования результатов исследований в технологическом процессе. [4].

Благодаря этому методу можно повысить эффективность и скорость фракционирования нефти, что приведет к увеличению выхода светлых фракций и улучшению качества продуктов переработки.

3 Экспериментальная часть

В настоящее время компьютерное моделирование ХТС является необходимым и востребованным средством. Благодаря использованию компьютерного моделирования значительно улучшается эффективность работы технологической схемы и управления ею, что делает его важным инструментом. Особенности компьютерного моделирования являются ускорение проектирования, способность быстро оценивать множество альтернативных вариантов организации производства и выбора оптимальных параметров. В свою очередь, проектировщики могут избавиться от трудоемких рутинных работ с документацией.

Целью данного раздела является моделирование работы установки перегонки нефти и газового конденсата и выявление наиболее эффективных параметров ее работы.

3.1 Объект и методы исследования

Использование САПР Honeywell's UniSim® Design для разработки моделей схем фракционирования на основе данных состава нефти и газовой части, а также параметров сырьевого потока, является эффективным и точным методом. Это позволяет учесть множество факторов, влияющих на процесс фракционирования, таких как расход и температура питания, давления верха/низа колонны отбензинивания и другие. Благодаря этому можно получить более точные и надежные модели схем фракционирования, что в свою очередь позволяет оптимизировать технологический процесс и повысить эффективность переработки нефти.

Расчетная схема процесса ректификации нефти с предварительной отбензинивающей колонной представлена на рисунке 3.1. Исходные данные для моделирования представлены в таблицах 3.1 – 3.2.

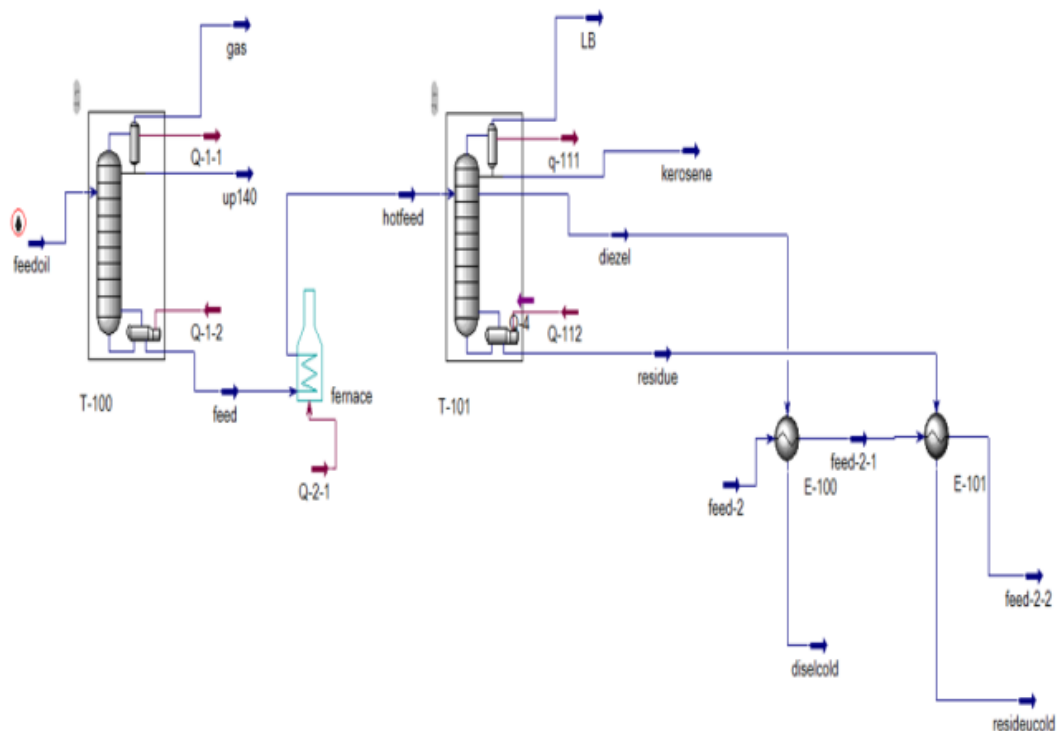


Рисунок 3.1 – Двухколонная схема с рекуперацией тепла продуктовых потоков

Таблица 3.1 – Состав питания на отбензинивающую колонну:

Массовый расход в секцию питания	12,5 т.
Температура входа	150 °С
Конец кипения светлой фракции выходящей верхом колонны (СФГК)	не выше 140 градусов
Давление верха	1-1,6 кгс
Расход на выходе из колонны на печь	11,5т

Таблица 3.2 – Состав питания на основную атмосферную колонну:

Массовый расход в секцию питания -11.5т	11,5 т.
Температура входа-330	330 °С
Конец кипения светлой фракции выходящей верхом колонны (СФГК)	не выше 140 градусов
Давление верха	0,8-1,2 кгс
Конец кипения фракции ДЖЕТ А-1 (средний дистиллят) выходящий боковым погоном в стрипинг	не выше 285 градусов
С куба колонны ТСТ	Конец кипения 360 градусов

3.2 Расчет колонны отбензинивания

Рисунок 3.2 показывает пример расчетной модели колонны отбензинивания с обозначением тепловых и материальных потоков.

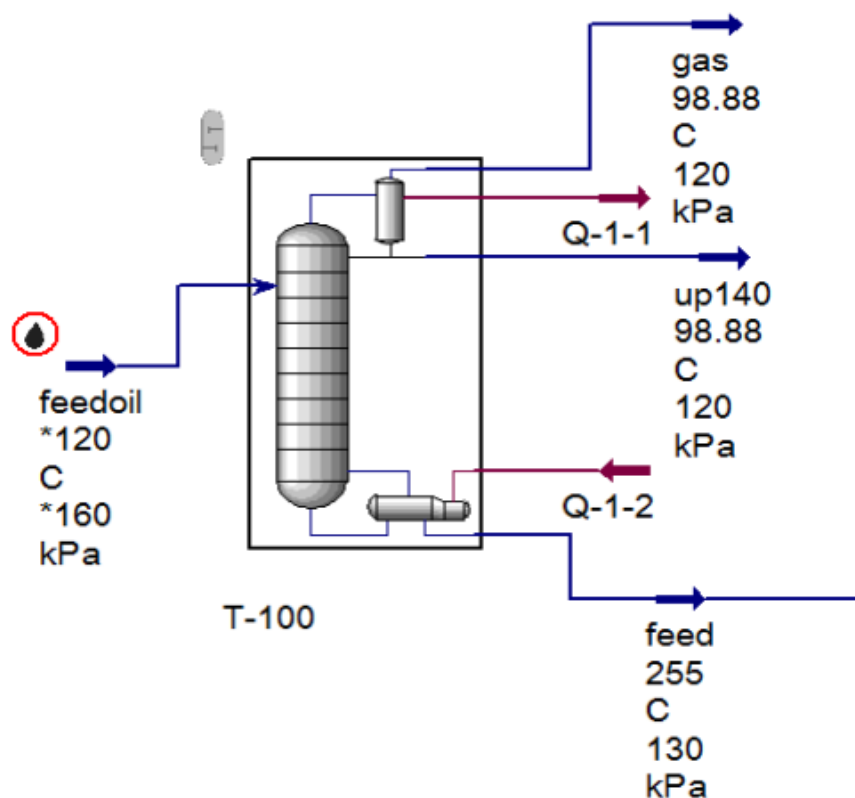


Рисунок 3.2 – Расчетная модель колонны отбензинивания

На рисунке 3.3 представлена рабочая тетрадь колонны, где отражены технологические параметры каждого из материальных потоков.

Имя	feedoil @COL1	gas @COL1	up140 @COL1	feed @COL1
Пар	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
Температура [C]	120.0	98.88	98.88	255.0
Давление [kPa]	160.0	120.0	120.0	130.0
Мольный расход [kgmole/h]	507.5	37.44	95.63	374.5
Масс. расход [kg/h]	1.200e+005	3150	9900	1.069e+005
Станд. объем. расх. ид. жидк. [m3/h]	141.1	4.606	13.54	122.9
Молярная энтальпия [kJ/kgmole]	-4.605e+005	-1.429e+005	-2.101e+005	-4.568e+005
Молярная энтропия [kJ/kgmole-C]	503.8	216.7	144.2	835.5
Тепловой поток [kJ/h]	-2.337e+008	-5.350e+006	-2.009e+007	-1.710e+008

Рисунок 3.3 – Рабочая тетрадь колонны отбензинивания

Рисунок 3.4 отображает параметры, которые использовались для определения характеристик колонны отбензинивания. Среди этих параметров были заданы значения рефлюксного числа, расхода дистиллята и температуры куба.

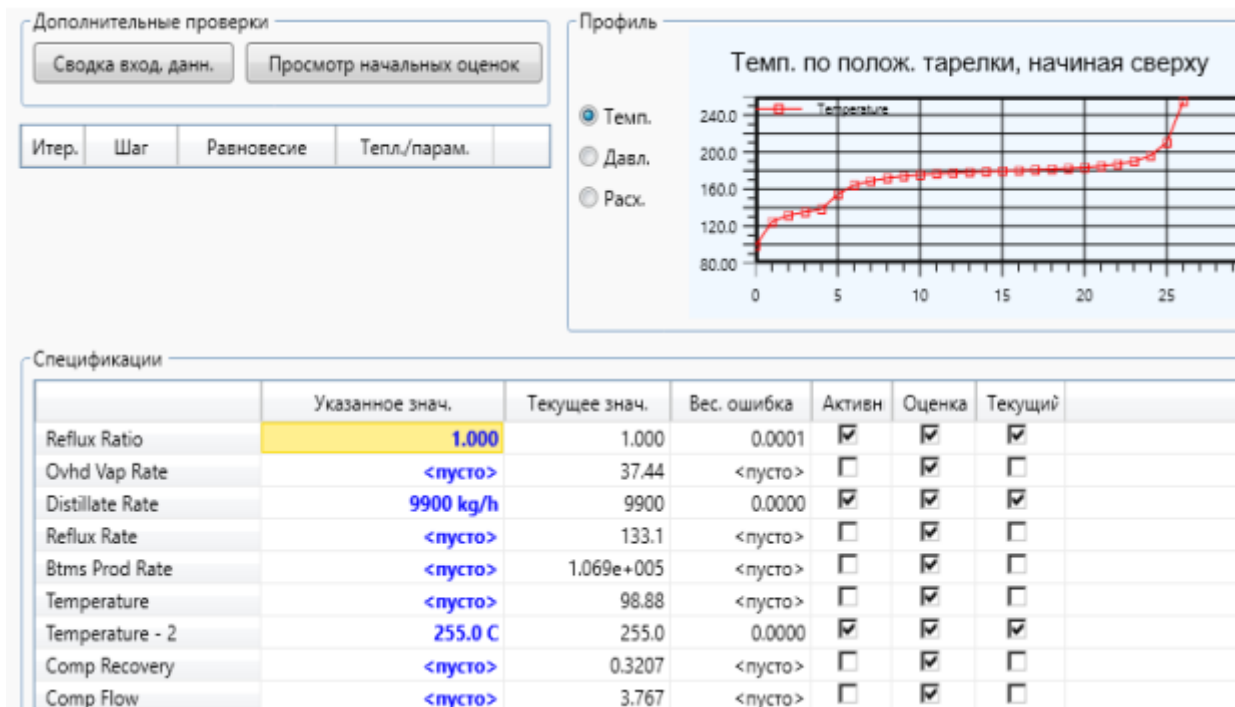


Рисунок 3.4 – Список спецификаций колонны отбензинивания

Материальный баланс колонны отбензинивания представлен в таблице Приложении А.

3.3 Расчет атмосферной колонны

После отбензинивания по предыдущей схеме следует основная колонна, которая имеет два боковых отгона. Эта колонна служит для выделения нестабильной широкой фракции легких углеводородов, керосиновой фракции, дизельной фракции и мазута. Сверху колонны Т-101 выводятся пары нестабильной широкой фракции легких углеводородов, которые далее охлаждаются и направляются в емкость орошения. В этой емкости пары разделяются на паровую и жидкую фазы. Таким образом,

основная колонна позволяет получить различные фракции легких углеводородов, керосина, дизельного топлива и мазута, что является важным этапом переработки нефти.

На рисунке 3.5 представлена расчетная модель колонны ректификации с обозначением тепловых и материальных потоков.

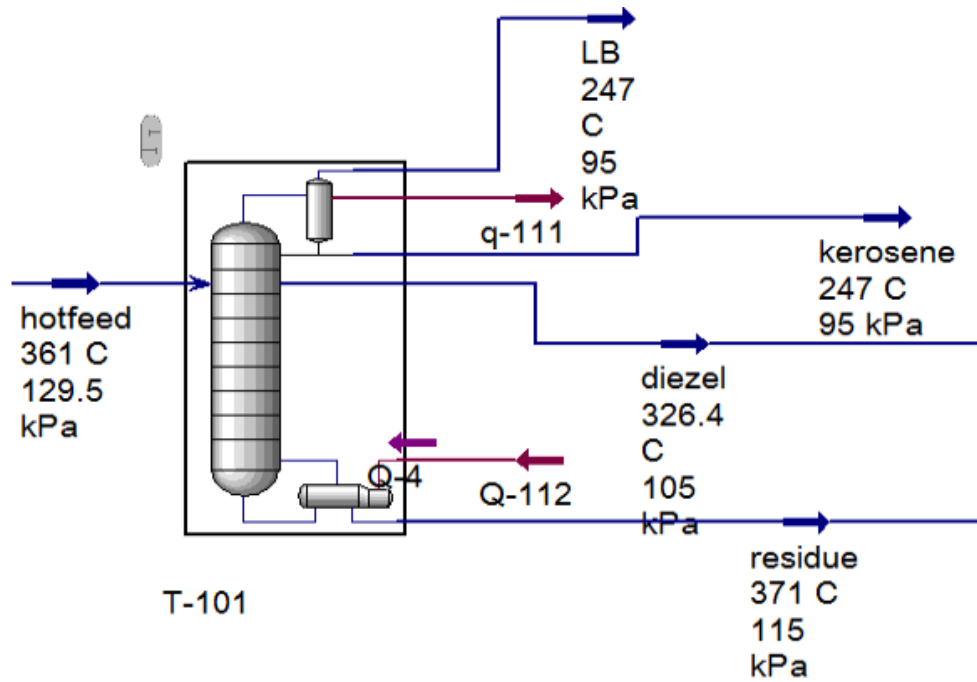


Рисунок 3.5 – Расчетная модель колонны ректификации

На рисунке 3.6 представлена рабочая тетрадь колонны, где отражены технологические параметры каждого из материальных потоков.

Имя	hotfeed @COL2	LB @COL2	kerosene @COL2	diesel @COL2	mazut @COL2
Пар	0.6684	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Температура [C]	361.0	247.0	247.0	326.4	371.0
Давление [kPa]	129.5	95.00	95.00	105.0	115.0
Молярный расход [kgmole/h]	374.5	131.3	63.67	39.98	139.5
Масс. расход [kg/h]	1.069e+005	2.298e+004	1.400e+004	1.197e+004	5.800e+004
Станд. объем. расх. ид. жидк. [м3/h]	122.9	28.41	16.80	13.82	63.91
Молярная энтальпия [kJ/kgmole]	-3.360e+005	-2.423e+005	-3.587e+005	-4.165e+005	-5.186e+005
Молярная энтропия [kJ/kgmole-C]	1044	520.1	577.8	974.0	1546
Тепловой поток [kJ/h]	-1.258e+008	-3.182e+007	-2.284e+007	-1.665e+007	-7.234e+007

Рисунок 3.6 – Рабочая тетрадь ректификации

Рисунок 3.7 демонстрирует параметры, по которым осуществлялась спецификация колонн. На рисунке показаны основные параметры, такие как рефлюксное число, расход дистиллята, температура куба и расход кубового продукта.

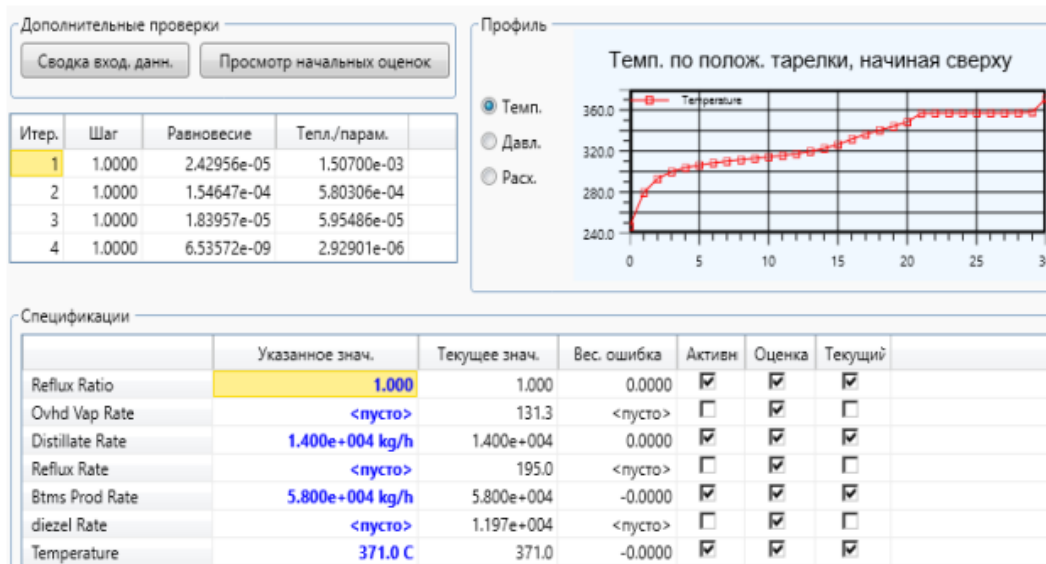


Рисунок 3.7 – Список спецификаций колонны ректификации

Материальный баланс колонны ректификации представлен в Приложении Б.

3.4 Рекуперация тепла,

Для оценки потенциала рекуперации тепла был создан "клон" сырьевого потока feed, который направлялся на рекуперационные теплообменники E-100 и E-101 перед фракционирующей колонной "fernase". Теплоносителями для теплообменников являлись продуктовые потоки колонны ректификации, которые имели более высокие температуры, чем входной поток нефти на печь. Таким образом, была возможность осуществить съем тепла для предварительного нагрева. Поток дизельной фракции использовался в качестве теплоносителя для теплообменника E-100, а поток тяжелого остатка - для теплообменника E-101.

На рисунке 3.8 показаны данные по изменению температуры входного потока нефти при ее прохождении через рекуперативные теплообменники.

Как видно из графика, температура входного потока нефти увеличивается после прохождения через теплообменники. Это свидетельствует о том, что рекуперация тепла является эффективным способом повышения энергоэффективности процесса переработки нефти.

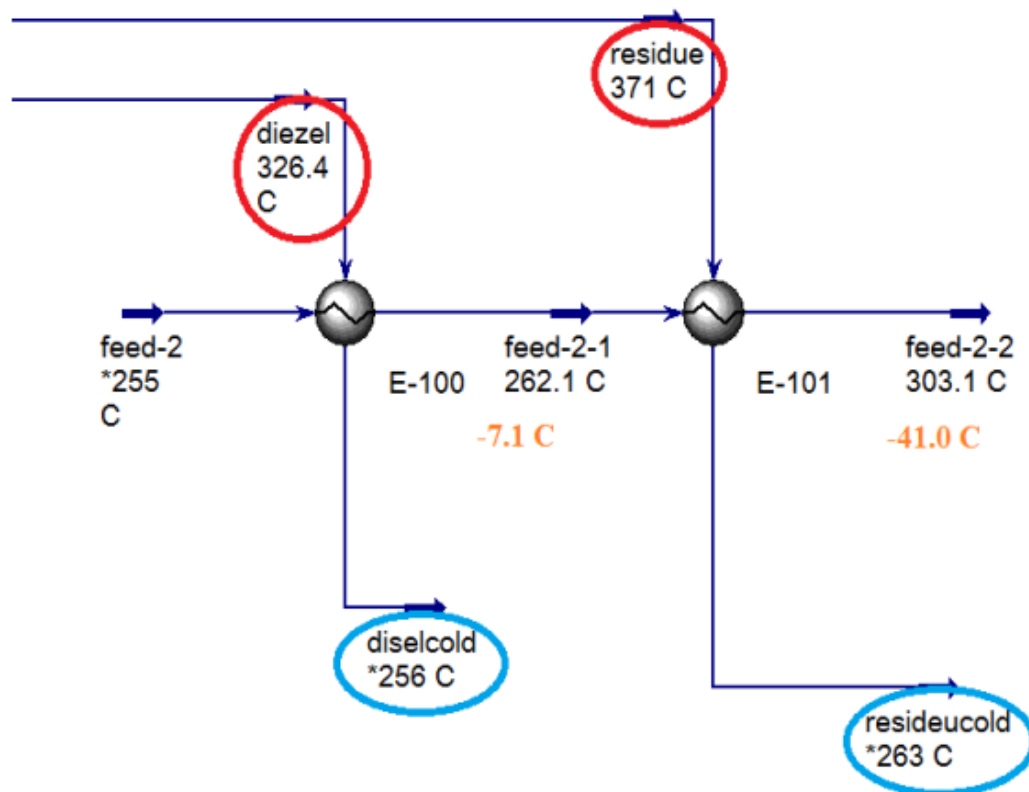


Рисунок 3.8 – Изменение температуры потока нефти

При прохождении нефти через теплообменник E-100 температура поднимается на 7,1°C, а при прохождении через теплообменник E-101 - на 41°C. Это соответствует затратам энергии на подогрев сырья в размере 2,5 ГДж/час и 18,8 ГДж/час соответственно.

В таблице 3.3 показаны затраты энергии на подогрев сырья в печи без использования рекуперативных теплообменников и затраты энергии на подогрев сырья в печи с использованием рекуперативных теплообменников.

Таблица 3.3 – Сравнение затрат энергии на подогрев сырья в печи

	Без использования рекуперативных теплообменников	С использованием рекуперативных теплообменников
Нагрузка на печь	45,2 ГДж/час	23,9 ГДж/час (45,2- 2,5-18,8)

Из таблицы видно, что использование рекуперативных теплообменников позволяет снизить нагрузку на печь подогрева сырьевого потока на 47,2%. Таким образом, использование рекуперации тепла является эффективным способом снижения затрат энергии на процесс переработки нефти.

3.5 Гидравлический расчет и анализ эффективности тарельчатой колонны

Для выбора контактных устройств, выполним гидравлический расчет и анализ ректификационной колонны, выполним моделирования колонны с различными тарелками с целью определения наиболее эффективных тарелок для данного процесса, при этом добиваясь стабильной устойчивости и работоспособности контактных тарелок при определенных нагрузках по пару и жидкости.

В качестве примера выполнен оценочный гидравлический и анализ тарельчатой колонны с целью определения геометрических размеров колонны, конструктивных параметров тарелок, а также проверки устойчивости и работоспособности контактных тарелок при определенных нагрузках по пару и жидкости.

Расчет тарельчатой колонны произведен во вкладке *internals* (внутренние устройства). Для тарельчатой колонны в качестве примера смоделированы колпачковые тарелки «Bubble Cap».

Для этого выполнен оценочный расчет во вкладке internals (внутренние устройства). Добавлена одна секция (Add new) для всей колонны (рис. 3.9).

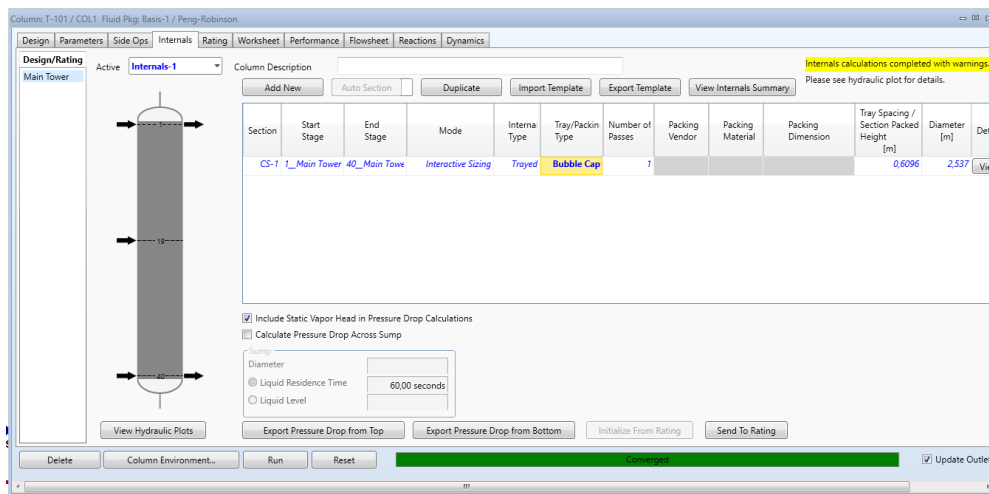


Рисунок 3.9 – Оценочный расчет размеров колонны

В результате оценочного расчета программой определен диаметр колонны 2,537 м и расстояние между тарелками 0,6096 м, а также по умолчанию приняты ситчатые тарелки.

Перейдя в режим просмотра гидравлического графика View Hydraulic Plots (рис. 3.10), на гидравлическом графике видно, что конструкция колпачковых тарелок в верхней части колонны работают с низкой эффективностью, так как оперативная точка (Operatinh Point) находится в области захлебывания тарелки и уноса жидкости (downcomer backup) из-за высокой нагрузки по пару, а также превышена площадь сливного стакана более 25%.

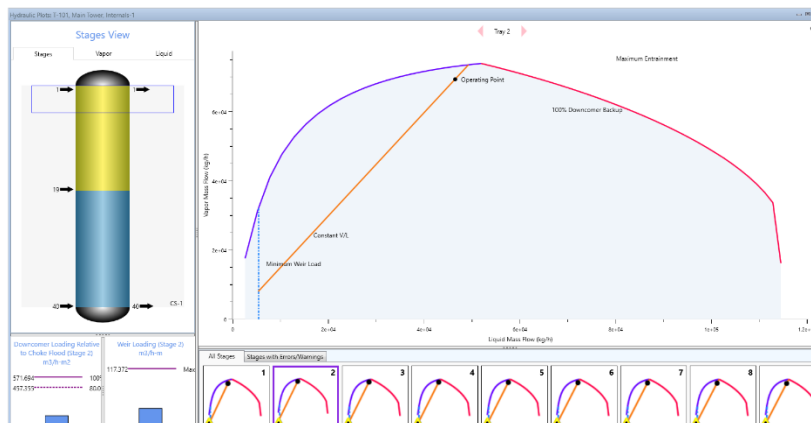


Рисунок 3.10 – Гидравлический график для колпачковой тарелки

Последовательно изменяя параметры колонны, такие как диаметр колонны, расстояние между тарелками, конструктивные характеристики тарелки, добиваясь эффективной устойчивой работы тарелок, найдены оптимальные условия работоспособности тарелки при диаметре колонны 2,8 м, и расстоянием между тарелками 0,7 м (рис. 3.11-3.12).

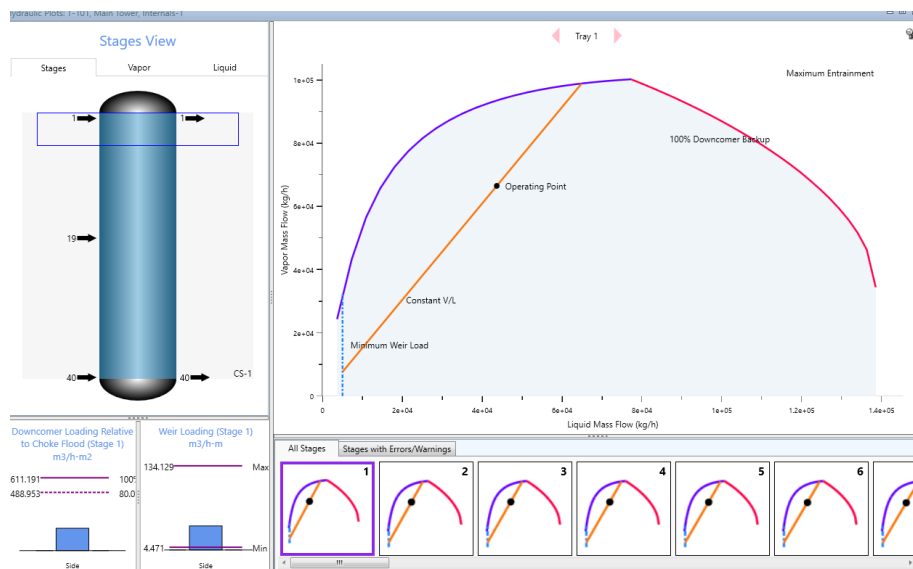


Рисунок 3.11 – Гидравлический график для колпачковой тарелки

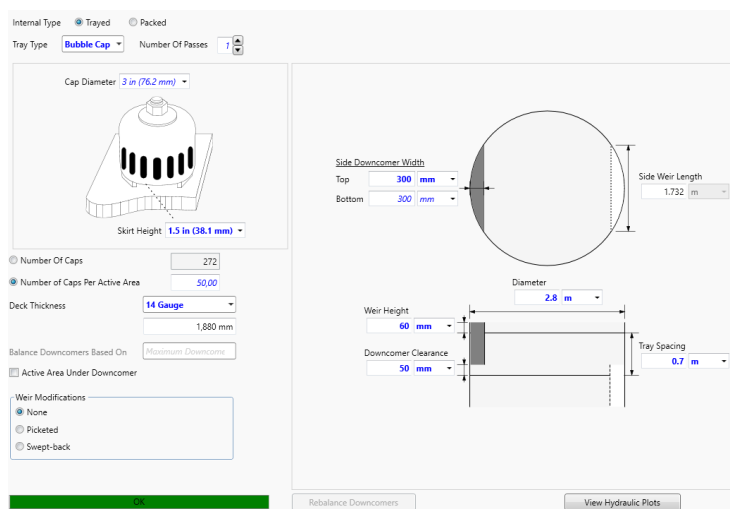


Рисунок 3.12 – Конструктивные параметры колпачковой тарелки

Section	
Tray Type	Bubble Cap
Diameter [m]	2,800
Tray Spacing [m]	0,7000
Number Of Passes	1
Number Of Caps	272
Number Of Caps Per Active Area [1/m2]	50,00
Deck Gauge Thickness	14 Gauge
Deck Gauge Thickness Value [mm]	1,880
Cross-Sectional Area [m2]	6,158
Active Area [m2]	5,448
Net Area [m2]	5,803

Downcomer Geometry	
Property	Side
Downcomer Clearance (mm)	50,00
Downcomer Width Top (mm)	300,0
Downcomer Width Bottom (mm)	300,0
Downcomer Area Top (m2)	0,3546
Downcomer Area Bottom (m2)	0,3546

Рисунок 3.13 – Конструктивные параметры колонны и колпачковой тарелки

Таким же образом проведен расчет для остальных тарелок (рис. 3.14-3.17).

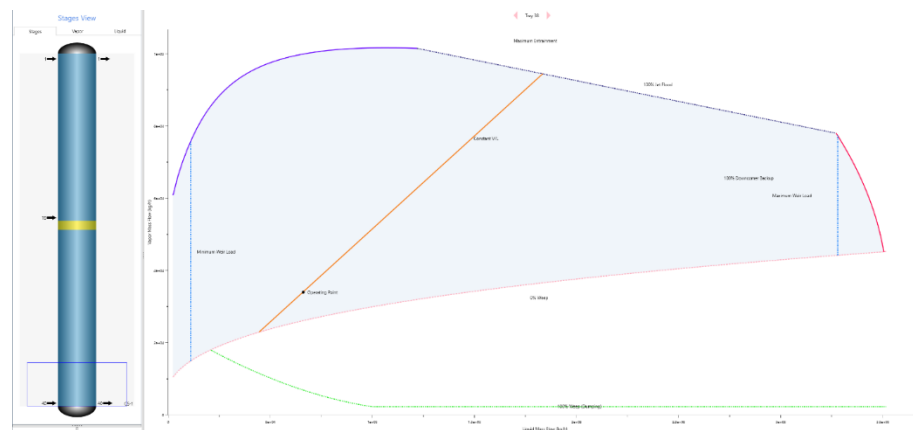


Рисунок 3.14 – Гидравлический график для ситчатой тарелки

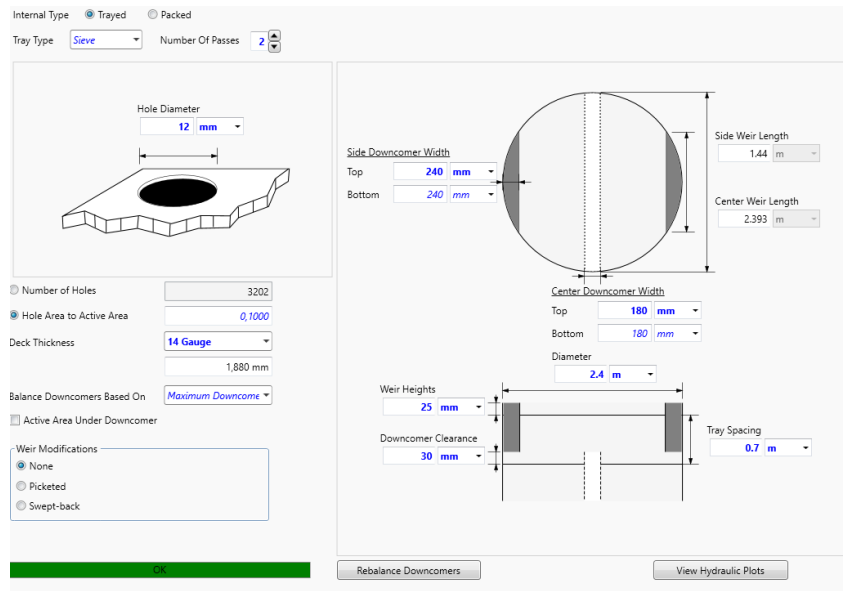


Рисунок 3.15 – Конструктивные параметры ситчатой тарелки

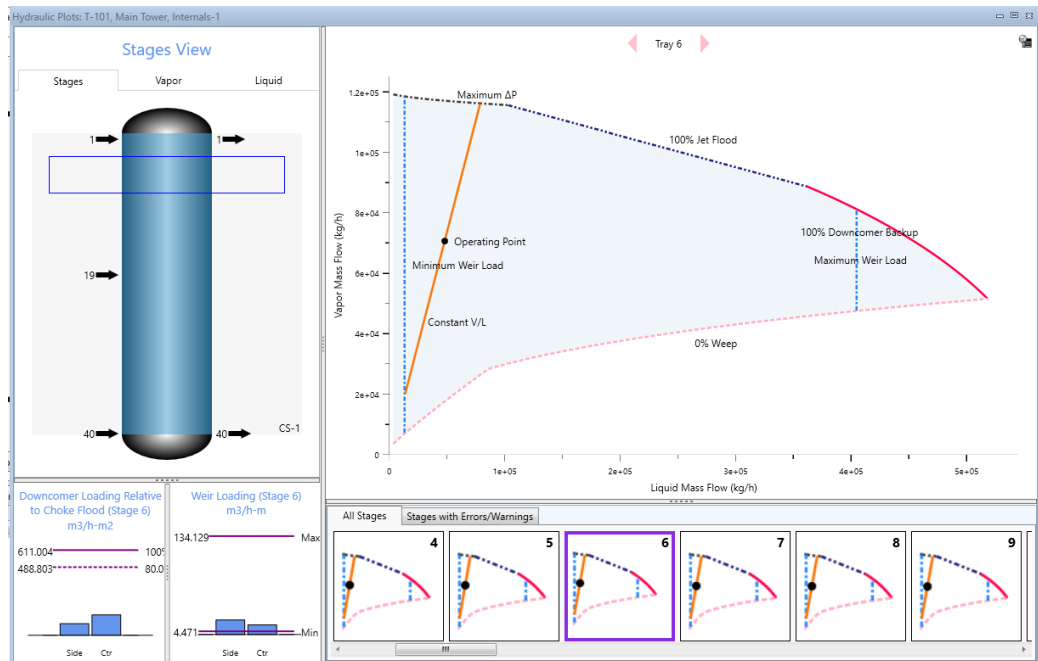


Рисунок 3.16 – Гидравлический график для клапанной тарелки

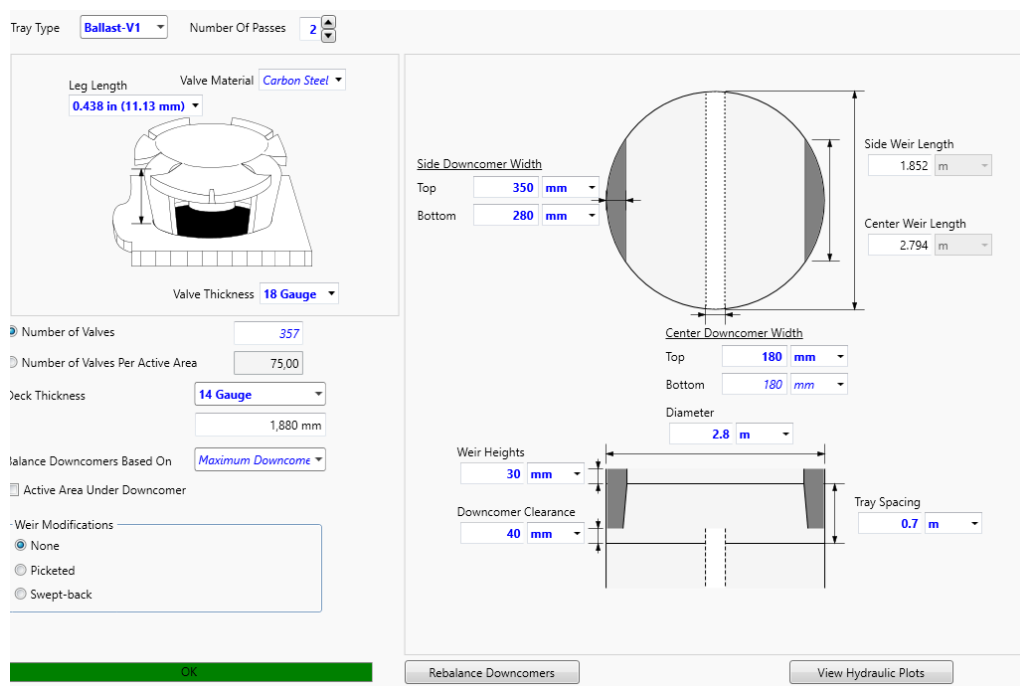


Рисунок 3.17 – Конструктивные параметры клапанной тарелки

Результаты расчета контактных устройств представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4 – Результаты моделирования контактных устройств

Параметры	Тарелки			
	Ситчатые	Колпачковые	Клапанные (круглый элемент)	Клапанные (прямоугольные элемент)
Диаметр, м	2,4	2,8	2,8	2,6
Высота, м	28	28	28	28
Количество потоков	2	1	2	2
Гидравлическое сопротивление, кПа	23,8	38,5	27,1	25,7

Сравнивая результат моделирования контактных устройств и их анализ показывает, что применение ситчатой двух поточной тарелки позволяет существенно сократить размеры колонны, а также применяя к установке ситчатые тарелки, у которой самое низкое гидравлическое сопротивление по

сравнению с другими типами тарелками, что позволит уменьшить энергозатраты на преодоления парового потока сопротивления тарелок, таким образом наиболее оптимальным решением будет установить в колонну ситчатую двухпоточную тарелку диаметром 2,4 м.

Рабочая высота ректификационной колонны:

$$H_K = (n_T - n_L - 1) \cdot h_{м.т} + h_L \cdot n_L + H_B + H_H$$

где $h_{м.т} = 0,7$ м – расстояние между тарелками, м;

$n_T = 40$ – общее число тарелок в колонне, шт;

$h_L = 0,8$ м – расстояние между тарелками в районе люка;

$n_L = 6$ – количества люков в тарельчатой части, шт;

H_B и H_H – высота сепарационного пространства, и расстояние между верхней тарелкой и крышкой колонны между дном колонны и нижней тарелки, выбираем в соответствии с рекомендациями.

Тогда общая высота ректификационной колонны:

$$H_K = (40 - 6 - 1) \cdot 0,7 + 0,8 \cdot 6 + 1,5 + 2 = 31,4 \text{ м}$$

Таким образом мы получили основные конструктивные параметры аппарата:

- диаметр колонны 2400 мм;
- высота цилиндрической части колонны 31400 мм;
- тип тарелок ситчатые ТС-РЦ и ТС-РБ;
- число тарелок 40.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен обзор современных подходов к улучшению эффективности схем фракционирования нефти. Были рассмотрены наиболее эффективные присадки и реагенты, а также контактные устройства. Для моделирования технологической схемы использовалась САПР Unisim Design, изучен ее функционал.

Разработана математическая модель установки фракционирования нефти с колонной предварительного отбензинивания с использованием САПР Unisim Design. Был предложен и рассчитан вариант рекуперации тепла, который позволит снизить нагрузку печи подогрева на 47,2%.

Выполнен гидравлический расчет и анализ тарельчатой колонны, который позволил определить геометрические размеры колонны, тарелок и проверить их устойчивость и работоспособность при определенных нагрузках по пару и жидкости.

Приложение А. Материальный баланс колонны отбензинивания

Компонент	Сырье	Газ	Верхний продукт	Куб
NBP[1]15*	0.013	0.127	0.019	0.000
NBP[1]29*	0.014	0.124	0.025	0.000
NBP[1]43*	0.015	0.118	0.032	0.000
NBP[1]57*	0.016	0.111	0.043	0.000
NBP[1]71*	0.018	0.102	0.056	0.000
NBP[1]85*	0.020	0.090	0.071	0.000
NBP[1]100*	0.029	0.098	0.118	0.000
NBP[1]112*	0.032	0.081	0.138	0.000
NBP[1]127*	0.049	0.086	0.228	0.000
NBP[1]140*	0.043	0.053	0.206	0.000
NBP[1]154*	0.035	0.010	0.060	0.031
NBP[1]168*	0.034	0.000	0.003	0.046
NBP[1]182*	0.032	0.000	0.000	0.043
NBP[1]196*	0.032	0.000	0.000	0.044
NBP[1]211*	0.034	0.000	0.000	0.046
NBP[1]224*	0.035	0.000	0.000	0.047
NBP[1]238*	0.036	0.000	0.000	0.048
NBP[1]252*	0.036	0.000	0.000	0.049
NBP[1]266*	0.036	0.000	0.000	0.049
NBP[1]280*	0.035	0.000	0.000	0.048
NBP[1]294*	0.032	0.000	0.000	0.043
NBP[1]308*	0.028	0.000	0.000	0.039
NBP[1]322*	0.027	0.000	0.000	0.037
NBP[1]336*	0.028	0.000	0.000	0.037
NBP[1]350*	0.029	0.000	0.000	0.039
NBP[1]364*	0.028	0.000	0.000	0.038
NBP[1]378*	0.026	0.000	0.000	0.035
NBP[1]392*	0.023	0.000	0.000	0.032
NBP[1]406*	0.022	0.000	0.000	0.030
NBP[1]420*	0.021	0.000	0.000	0.029
NBP[1]440*	0.038	0.000	0.000	0.052
NBP[1]467*	0.026	0.000	0.000	0.036
NBP[1]499*	0.025	0.000	0.000	0.034
NBP[1]519*	0.014	0.000	0.000	0.020
NBP[1]551*	0.008	0.000	0.000	0.011
NBP[1]579*	0.007	0.000	0.000	0.009
NBP[1]607*	0.006	0.000	0.000	0.008
NBP[1]634*	0.005	0.000	0.000	0.007
NBP[1]672*	0.006	0.000	0.000	0.008
NBP[1]739*	0.003	0.000	0.000	0.004
NBP[1]796*	0.003	0.000	0.000	0.004

Приложение Б. Материальный баланс колонны ректификации

Компонент	Сырье	ШФЛУ	Керосиновая фракция	Дизель	Мазут
NBP[1]15*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NBP[1]29*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NBP[1]43*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NBP[1]57*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NBP[1]71*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NBP[1]85*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NBP[1]100*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NBP[1]112*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NBP[1]127*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NBP[1]140*	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NBP[1]154*	0.031	0.081	0.013	0.002	0.001
NBP[1]168*	0.046	0.115	0.023	0.004	0.002
NBP[1]182*	0.043	0.106	0.027	0.005	0.003
NBP[1]196*	0.044	0.102	0.034	0.006	0.004
NBP[1]211*	0.046	0.101	0.045	0.007	0.005
NBP[1]224*	0.047	0.097	0.057	0.009	0.006
NBP[1]238*	0.048	0.091	0.071	0.012	0.008
NBP[1]252*	0.049	0.082	0.087	0.015	0.010
NBP[1]266*	0.049	0.071	0.102	0.019	0.013
NBP[1]280*	0.048	0.057	0.114	0.024	0.016
NBP[1]294*	0.043	0.040	0.113	0.028	0.017
NBP[1]308*	0.039	0.027	0.107	0.034	0.020
NBP[1]322*	0.037	0.018	0.101	0.045	0.023
NBP[1]336*	0.037	0.010	0.086	0.077	0.029
NBP[1]350*	0.039	0.002	0.019	0.199	0.037
NBP[1]364*	0.038	0.000	0.000	0.198	0.044
NBP[1]378*	0.035	0.000	0.000	0.150	0.050
NBP[1]392*	0.032	0.000	0.000	0.099	0.057
NBP[1]406*	0.030	0.000	0.000	0.050	0.066
NBP[1]420*	0.029	0.000	0.000	0.015	0.073
NBP[1]440*	0.052	0.000	0.000	0.003	0.138
NBP[1]467*	0.036	0.000	0.000	0.000	0.096
NBP[1]499*	0.034	0.000	0.000	0.000	0.092
NBP[1]519*	0.020	0.000	0.000	0.000	0.052
NBP[1]551*	0.011	0.000	0.000	0.000	0.029
NBP[1]579*	0.009	0.000	0.000	0.000	0.024
NBP[1]607*	0.008	0.000	0.000	0.000	0.021
NBP[1]634*	0.007	0.000	0.000	0.000	0.019
NBP[1]672*	0.008	0.000	0.000	0.000	0.023
NBP[1]739*	0.004	0.000	0.000	0.000	0.011
NBP[1]796*	0.004	0.000	0.000	0.000	0.010

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д8Б	Шарабаев Артем Сергеевич

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 «Химическая технология»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30,2 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта сегментирования
2. Матрица SWOT
3. График проведения НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2023
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Татьяна	к.э.н.		03.02.2023

	Гавриловна			
--	------------	--	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Шарабаев Артем Сергеевич		03.02.2023

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

В настоящей работе рассматривается повышение эффективности работы установки перегонки нефти.

Объектом исследования является установка перегонки нефти и газового конденсата. комплекса по переработке газового конденсата общества с ограниченной ответственностью «Пуровский нефтеперерабатывающий завод» (ООО «ПНПЗ»).

Обоснование целесообразности проведения исследовательских работ является целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности

исследования.

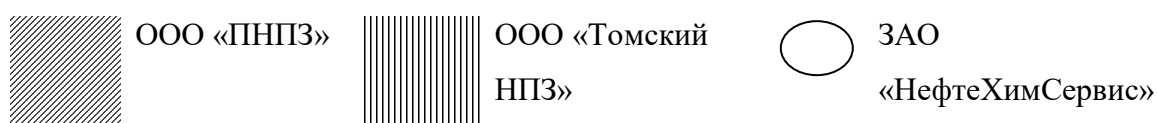
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

По результатам проведенного сегментирования рынка были определены основные сегменты, а также выбраны наиболее благоприятные.

Профиль	Вид услуги		
	Проектирование	Мониторинг	Оптимизация
Экономический	○		
Охрана труда	○		○
Охрана окружающей среды			○

Рисунок 4.1 - Карта сегментирования рынка услуг



Таким образом, наиболее благоприятным сегментом и направлением для исследования был выбран проект на базе ООО «ПНПЗ».

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,15	4	3	2	0,6	0,45	0,3
2. Удобство в эксплуатации	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
3. Энергоэкономичность	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
4. Надежность	0,08	5	3	3	0,4	0,24	0,24
5. Безопасность	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
6. Простота эксплуатации	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	1	2	2	0,05	0,1	0,1
3. Цена	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
5. Финансирование научной разработки	0,08	3	5	4	0,24	0,4	0,32
6. Срок выхода на рынок	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
7. Наличие сертификации разработки	0,05	1	3	3	0,05	0,15	0,15
Итого	1				3,83	3,59	3,28

Б_ф – повышение эффективности работы установки фракционирования нефти по предлагаемой схеме;

Б_{к1}– повышение эффективности работы установки фракционирования нефти с использованием термического воздействия;

Б_{к2} – повышение эффективности работы установки фракционирования нефти с использованием центрифугирования.

Рассматриваемые в проекте решения имеют наиболее высокий коэффициент конкурентоспособности в сравнении с конкурентами.

4.1.3 SWOT-анализ

Одной из методик анализа сильных и слабых сторон рассматриваемого комплекса мер, его внешних благоприятных возможностей и угроз является SWOT-анализ (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Высококвалифицированный персонал	Сл1. Зависимость от иностранных поставщиков услуг ремонтного обслуживания
С2. Наличие необходимого оборудования.	
Возможности	Угрозы
В1. Применение современных технологий и оборудования	У1. Штрафы за нарушение экологического законодательства
В2. Применение современных методов	У2. Устаревание технологий и оборудования

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 4.3–4.6.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

		Сильные стороны проекта	
Возможности проекта		С1	С2
	В1	+	+
	В2	+	-

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

		Слабые стороны проекта
Возможности проекта		Сл1
	В1	+
	В2	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

		Сильные стороны проекта	
Угрозы проекта		С1	С2
	У1	+	+
	У2	-	+

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

		Слабые стороны проекта
Угрозы проекта		Сл1
	У1	-
	У2	+

Результаты анализа представлены в итоговой таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Swot-анализ комплекса мер по повышению эффективности работы установки фракционирования нефти

	Возможности	Угрозы
	1. Применение современных технологий и оборудования 2. Применение современных методов	1. Штрафы за нарушение экологического законодательства 2. Устаревание технологий и оборудования
Сильные стороны 1. Высококвалифицированный персонал 2. Наличие необходимого оборудования.	1. Проведение комплекса мер по разделению водонефтяной эмульсии 2. Проведение исследования на современном оборудовании	1. Строгое следование всем правилам и экологическим нормам 2. Регулярное проведение модернизации
Слабые стороны 1. Зависимость от иностранных поставщиков услуг ремонтного обслуживания	1. Переход на услуги отечественных сервисных компаний	1. Строгое следование всем правилам и экологическим нормам

Анализируя таблицу SWOT-анализа можем сказать, что предлагаемый комплекс мероприятий имеет достаточно сильных сторон и возможностей.

Основной слабой стороной является зависимость от иностранных сервисных компаний, которые предоставляют услуги по ремонту и модернизации оборудования.

При этом стоит говорить о необходимости постоянной модернизации технологий и оборудования. Кроме того, важной задачей является соблюдение экологического законодательства.

4.2 Планирование научно – исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят Инженер, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) ВКР. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Инженер
	6	Построение и проведение экспериментов (расчетов)	Руководитель, Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Инженер, руководитель
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	10	Сбор информации по охране труда	Инженер
	11	Оформление результатов по охране труда	Инженер
	12	Подбор данных для выполнения экономической части работы	Инженер
	13	Оформление экономической части работы	Инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки	Инженер, руководитель

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Трудоемкость выполнения проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.; $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.; $t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.; $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.; $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 4.9.

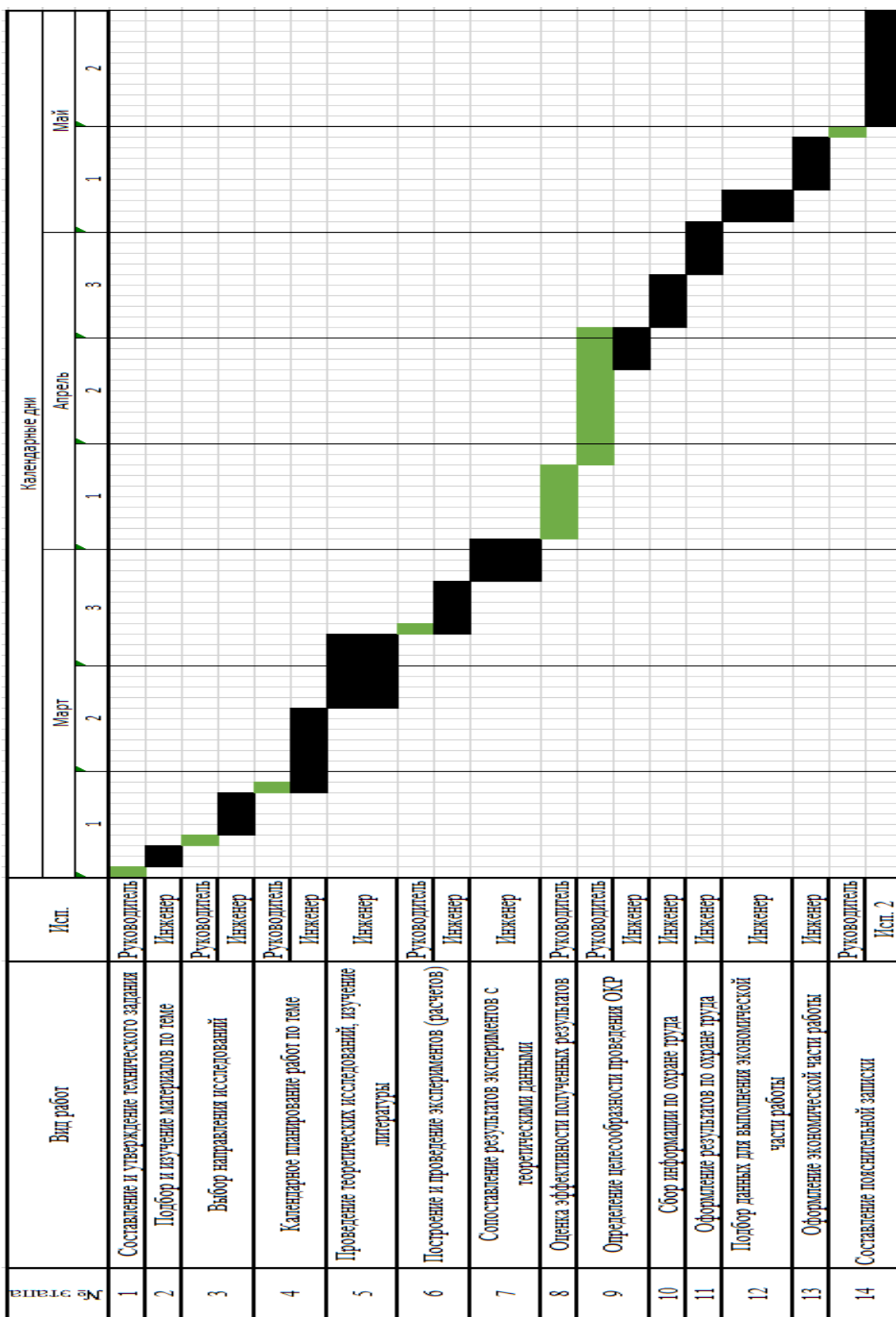
Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни			
	Исп.1(р)	Исп.2(и)	Исп.1(р)	Исп.2(и)	Исп.1(р)	Исп.2(и)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление и утверждение технического задания	1	-	1	-	1	-	1	1
Подбор и изучение материалов по теме	-	2	-	2	-	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	1	5	1	3	2	5
Календарное планирование работ по теме	1	4	1	10	1	7	4	8
Проведение теоретических исследований, изучение литературы	-	3	-	8	-	6	6	7
Построение и проведение экспериментов (расчетов)	1	3	1	5	1	4	2,5	5
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	-	3	-	5	-	4	4	4
Оценка эффективности полученных результатов	6	-	6	-	6	-	6	7
Определение целесообразности проведения ОКР	10	3	12	5	11	4	7,5	13
Сбор информации по охране труда	-	3	-	5	-	4	4	5
Оформление результатов по охране труда	-	3	-	5	-	4	4	5
Подбор данных для выполнения экономической части работы	-	2	-	4	-	3	3	3

Окончание таблицы 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оформление экономической части работы	-	2	-	4	-	3	3	5
Составление пояснительной записки	1	9	1	14	1	12	6,5	13
Итого	21	39	23	72	22	56	56	83

Календарный план-график проведения исследования представлен на рисунке 4.1



■ - Руководитель

■ - Инженер

Рисунок 4.1 – Календарный план-график проведения исследования

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых затрат (расходов), необходимых для его выполнения:

- материальные затраты ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице.

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты для НТИ сводятся к затратам на канцелярию, которые учитываются в накладных расходах. Расчет представлен в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	740	2	1 480
Бумага	750	2	1500
Картридж для лазерного принтера	4 990	1	4 990
Итого:			7 970

4.3.2 Затраты на оборудование

Все расчеты по приобретению спецоборудования, включая 15% на затраты по доставке и монтажу, отображены в таблице 4.11

Таблица 4.11 – Расчет затрат на оборудование для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость с НДС, руб.
Персональный компьютер	1	51400
ПО		4600
Итого		56000

4.3.3 Расчет основной и дополнительной заработной платы

Численность исполнителей принимается как $N_{рук}=1$, $N_{исп}=1$, общее число исполнителей – 2 человек.

Расчет эффективного рабочего времени одного исполнителя сведен в табл. 4.12

Таблица 4.12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни/праздничные дни	66	66
Номинальный фонд рабочего времени		
Потери рабочего времени - отпуск/невыходы по болезни	56	52
Эффективный фонд рабочего времени	243	247

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.5)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (4.6)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн.; $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.7)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_б \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (4.8)$$

где $Z_б$ – базовый оклад, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда); k_d – коэффициент доплат и надбавок; k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

$$Z_{зн} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.9)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20% от $Z_{осн}$)

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (4.10)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника; $T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн.;

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а так же выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (4.11)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15)

Таблица 4.13 – Расчёт основной и дополнительной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$,руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. Дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$Z_{\text{доп}}$
Руководитель	33162,9	1,3	43111,8	2128,98	22	46837,48	7025,62
Инженер	16000	1,3	20800	921,03	56	51577,86	7736,68

Рассчитываем отчисления на социальные нужды (30,2%):

$$Q_{\text{соц.н.}} = 0,302 * \text{ЗП, руб.}, \quad (4.12)$$

Таблица 4.14 – Заработанная плата одного исполнителя НИР

	Заработная плата	Социальные отчисления
Руководитель	53863,10	16266,66
Исполнитель	59314,54	17912,99
ИТОГО	113177,64	34179,65

4.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование

материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.12)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Расчетное значение представлено в таблице 4.15.

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 4.15.

Таблица 4.15 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	2	3	4
1. Материальные затраты	7970,00	7970,00	7970,00
2. Затраты на оборудование	56000,00	56000,00	56000,00
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	98415,34	115352,40	126201,24
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14762,30	17302,86	18930,19
5. Отчисления во внебюджетные фонды	34179,65	40061,89	43869,29
6. Накладные расходы	33812,37	37869,94	40475,32
7. Бюджет затрат НТИ	245139,66	274557,09	293446,04

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.13)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{245139,66}{293446,04} = 0,8354$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{274557,09}{293446,04} = 0,9356$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{293446,04}{293446,04} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.14)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения

разработки; b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения (табл. 4.16).

Таблица 4.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	4	3
3. Помехоустойчивость	0,15	3	4	3
4. Энергосбережение	0,15	5	3	4
5. Надежность	0,2	5	4	4
6. Материалоемкость	0,2	5	3	3
Итого	1	4,7	3,55	3,45

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,7;$$

$$I_{p-исп2} = 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 = 3,55;$$

$$I_{p-исп3} = 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 = 3,45.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин,p}} = \frac{4,7}{0,8354} = 5,63$$

$$I_{\text{исп2}} = \frac{I_{\text{р-исп2}}}{I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}}} = \frac{3,55}{0,9456} = 3,79;$$

$$I_{\text{исп3}} = \frac{I_{\text{р-исп3}}}{I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}}} = \frac{3,45}{1} = 3,45.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп}i}}{I_{\text{исп1}}} \quad (4.15)$$

Таблица 4.17 - Сравнительная эффективность вариантов исполнения разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8354	0,9456	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,55	3,45
3	Интегральный показатель эффективности	5,63	3,79	3,45
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,673	0,613

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации разработки, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными;

При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 83 дней, общее количество рабочих дней, в течение которых работал инженер – 56 и

общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель - 22;

Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на разработку проекта, которые составляют 245139,66 руб.

По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,8354, что является показателем того, что ИР не уступает аналогам по выгоды.

Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,7 по сравнению с 3,55 и 3,45 у аналогов.

Значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,63, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-2Д8Б		Шарабаев Артем Сергеевич	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	18.03.01.Химическая технология

Тема ВКР:

Повышение эффективности работы установки атмосферной перегонки нефти и газового конденсата

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования: установка перегонки нефти и газового конденсата.</i></p> <p><i>Область применения: нефтехимическая промышленность</i></p> <p><i>Рабочая зона: производственное помещение</i></p> <p><i>Размеры помещения 3 м * 5 м.</i></p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i></p> <p><i>Полевой этап: Комплекс по переработке газового конденсата общества с ограниченной ответственностью «Пуровский нефтеперерабатывающий завод» (ООО «ПНПЗ»).</i></p> <p><i>Камеральный этап: ЭВМ – 1 шт.</i></p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: моделирование работы установки перегонки нефти в специализированной программе unisim</i></p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 28.12.2022) "О специальной оценке условий труда"</p> <p>"Правила безопасной эксплуатации и охраны труда для нефтеперерабатывающих производств. ПБЭ НП-2001"</p> <p>(утв. Минэнерго РФ 11.12.2000)</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним; 2. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; 3. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов; 4. Ударные волны воздушной среды; 5. Производственные факторы, связанные с

	<p>повышенным уровнем ионизирующих излучений;</p> <p>6. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.</p> <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень общей вибрации; 2. Повышенный уровень локальной вибрации; 3. Повышенный уровень шума; 4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 5. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; 6. Монотонность труда, вызывающая монотонию; 7. Длительное сосредоточенное наблюдение. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: изоляция проводов и её непрерывный контроль; предупредительная сигнализация и блокировка; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; защита от случайного прикосновения; защитное заземление; защитное отключение оборудования.</p>
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	<p>Воздействие на селитебную зону – отсутствует.</p> <p>Воздействие на литосферу – твердые бытовые отходы, строительство временных дорог.</p> <p>Воздействие на гидросферу– жидкие отходы, отстойники.</p> <p>Воздействие на атмосферу– тепловое воздействие оборудования.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	<p>Возможные ЧС:</p> <p>Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.);</p> <p>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии (отказ систем безопасности; тепловой взрыв с выбросом вредных химических веществ; пожар)</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООТД	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Шарабаев Артем Сергеевич		

5 Социальная ответственность

Введение

В настоящей работе рассматривается повышение эффективности работы установки перегонки нефти.

Объектом исследования является установка перегонки нефти и газового конденсата. комплекса по переработке газового конденсата общества с ограниченной ответственностью «Пуровский нефтеперерабатывающий завод» (ООО «ПНПЗ»).

Моделирование процесса проводилось с помощью системы UniSim Design – это программное обеспечение для моделирования процессов на промышленных предприятиях, которое помогает повысить эффективность проектирования и оптимизировать решения.

Размеры помещения 3 м * 5 м.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Требования к организации и оборудованию рабочего места инженера при разработке проектного решения представлены на рисунке 5.1

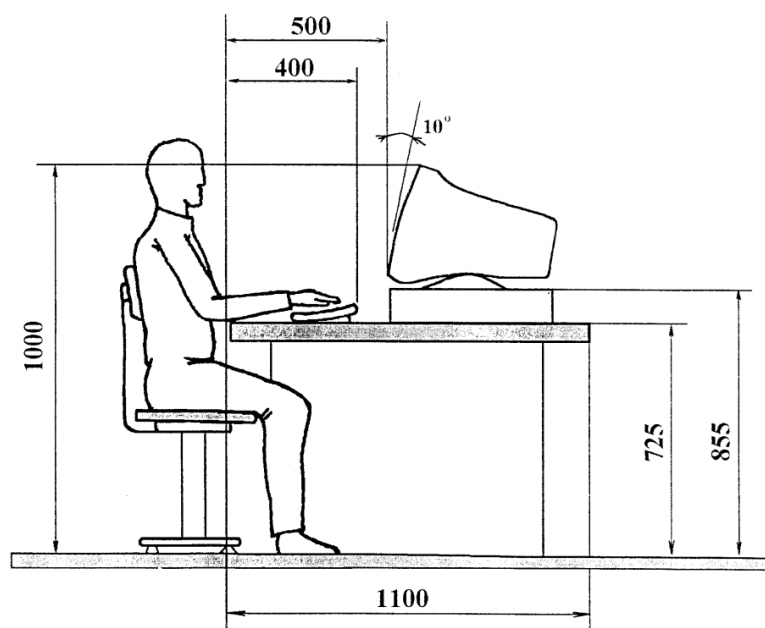


Рисунок 5.1 – Планировка рабочего места оператора

(согласно Постановлению Главного государственного санитарного врача РФ об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670 - 20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда" от 02.12.2020 №40 и ГОСТ 12.2.032 - 78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя.

Общие эргономические требования»)

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно - поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Условия труда согласно результатам проведения специальной оценки условий труда N 426 - ФЗ "О специальной оценке условий труда", являются допустимыми (2 класс), при данных условиях на оператора воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают нормативные, а измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены).

Согласно трудовому кодексу РФ и федеральному закону РФ «О специальной оценке условий труда» работникам с допустимыми условиями труда предусматриваются следующие обязанности и гарантии:

1. В соответствии с ч. 1 ст. 213 ТК РФ персонал проходит обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры для определения пригодности выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний. В соответствии с медицинскими рекомендациями указанные работники проходят внеочередные медицинские осмотры;

2. В соответствии с законодательством на работах с вредными и или опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением, работодатель обязан бесплатно обеспечить выдачу сертифицированных средств индивидуальной защиты согласно действующим типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи работникам спецодежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;

3. Защита передаваемых персональных данных работодателю, от неправомерного их использования или утраты;

4. Здоровые и безопасные условия труда. В качестве минимальных требований к условиям труда принимаются требования, установленные законодательством о труде. Своевременную выплату заработной платы в соответствии с квалификацией и сложностью труда;

5. Обязательное медицинское страхование и обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в порядке и на условиях, установленных для работников действующим законодательством РФ;

6. Ущерб, нанесенный работнику увечьем либо иным повреждением здоровья, связанным с использованием им своих трудовых обязанностей, подлежит возмещению.

Правила безопасной эксплуатации и охраны труда для нефтеперерабатывающих производств. ПБЭ НП-2001 устанавливают

следующие основные требования безопасности к технологическим процессам:

Технологические процессы должны разрабатываться на основании исходных данных на технологическое проектирование, в соответствии с требованиями ОПВБ в части обеспечения промышленной безопасности.

5.2 Производственная безопасность при эксплуатации

5.2.1 Выявление опасных и вредных производственных факторов

Рассмотрим опасные и вредные производственные факторы, возникающие при эксплуатации установки перегонки нефти (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте оператора установки перегонки нефти

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним	ГОСТ 12.4.259-2014. Одежда специальная для защиты от жидких химических веществ
Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека	ГОСТ Р 12.4.297-2013. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты, выплесков расплавленного металла, контакта с нагретыми поверхностями, кратковременного воздействия пламени.
Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	ГОСТ 12.4.280-2014 Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий
Ударные волны воздушной среды	ГОСТ 12.4.280-2014 Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий
Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений	СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)

Окончание таблицы 5.1

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Производственные факторы, связанные с электрическим током	ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования»
Повышенный уровень общей и локальной вибрации	ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования»
Повышенный уровень шума	СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменениями N 1, 2)
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
Монотонность труда, вызывающая монотонию	Р 2.2.2006-05. 2.2. гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
Длительное сосредоточенное наблюдение.	Р 2.2.2006-05. 2.2. гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда

5.2.2 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним.

- 1) Источник: УПН, вспомогательное оборудование.
- 2) Наиболее типичные травмы: воздействие на кожу, вызывающее дерматиты и экземы, некроз тканей, возможны фолликулярные поражения
- 3) Предельно допустимая концентрация для нефти в области рабочей зоны не должно превышать 300 мг/м³, класс опасности 4. Данная

концентрация при ежедневной работе в течении 8 часов (но не более 41 часов в неделю) не может вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

4) Перед началом работ должна быть определена система связи (рация взрывозащищенная). Обеспечен контроль состояния воздушной среды (индивидуальные сигнализаторы). При возникновении нештатной ситуации работы должны быть прекращены, а работники должны покинуть опасную зону.

Оператор должен быть обеспечен СИЗ: спецодеждой, специальной обувью соответствующей характеру и условиям выполняемой работы; инструментом и приспособлениями, не дающих искр и вспомогательными материалами (жидкостный пробоотборник, рулетка).

Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека.

1) Источник: УПН, вспомогательное оборудование.

2) Наиболее типичные травмы: ожоги.

3) Уровни защиты спецодежды от воздействия контактного тепла определяются в зависимости от показателя порогового времени при температуре 250°C в соответствии с таблицей 1 ГОСТ Р 12.4.297-2013

4) Оператор должен быть обеспечен СИЗ: спецодеждой, специальной обувью соответствующей характеру и условиям выполняемой работы; инструментом и приспособлениями, не дающих искр и вспомогательными материалами (жидкостный пробоотборник, рулетка)

Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов

1) Источник: УПН, вспомогательное оборудование.

2) Наиболее типичные травмы: порезы.

3) Значения разрывной нагрузки ниточных швов соединений основных деталей в изделиях спецодежды должны соответствовать таблице 1 ГОСТ 12.4.280-2014

4) Оператор должен быть обеспечен СИЗ: спецодеждой, специальной обувью соответствующей характеру и условиям выполняемой работы.

Ударные волны воздушной среды

1) Источник: УПН, вспомогательное оборудование.

2) Наиболее типичные травмы: ушибы.

3) Значения разрывной нагрузки ниточных швов соединений основных деталей в изделиях спецодежды должны соответствовать таблице 1 ГОСТ 12.4.280-2014

4) Оператор должен быть обеспечен СИЗ: спецодеждой, специальной обувью соответствующей характеру и условиям выполняемой работы.

Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений

1) Источник: УПН, вспомогательное оборудование.

2) Типичные заболевания: Злокачественные новообразования, наследственные эффекты.

3) При обосновании защиты от источников потенциального облучения в течение года принимаются следующие граничные значения обобщенного риска (произведение вероятности события, приводящего к облучению, и вероятности смерти, связанной с облучением): персонал - $2,0 \times 10^{-4}$, год⁻¹.

Годовая эффективная доза облучения персонала за счет нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения не должна превышать пределов доз, установленных в таблице 3.1 СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

4) Радиационному контролю подлежат: радиационные характеристики источников излучения, выбросов в атмосферу, жидких и твердых радиоактивных отходов; радиационные факторы, создаваемые технологическим процессом на рабочих местах и в окружающей среде;

радиационные факторы на загрязненных территориях и в зданиях с повышенным уровнем природного облучения; уровни облучения персонала и населения от всех источников излучения.

Производственные факторы, связанные с электрическим током

1) Источник: незаземлённые электропроводные узлы и детали оборудования.

2) Наиболее типичные травмы: электротравмы.

3) Безопасные номинальные значения: напряжение - менее 12 В; ток - менее 0,1 А; заземление менее 4 Ом.

4) Для защиты персонала от поражения электрическим током на рабочих местах предприятия используются следующие меры: изоляция проводов и её непрерывный контроль; предупредительная сигнализация и блокировка; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; защита от случайного прикосновения; защитное заземление; защитное отключение; зануление.

Повышенный уровень общей и локальной вибрации

1) Источник: электроприемники, электро-оборудование, различные производственные механизмы.

2) Типичные заболевания: Вибрационная болезнь.

3) Общие требования по вибрационной безопасности для персонала представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Общие требования по вибрационной безопасности

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в октавных полосах с среднегеометрическими частотами, Гц			
	2	4	8	50
Технологическая	108	99	93	92

4) Всё оборудование, являющееся источником вибраций, должно быть установлено на виброопорах.

Повышенный уровень шума

1) Источник: работающее основное и вспомогательное оборудование.

2) Типичные заболевания и травмы: снижение слуха, в последующем тугоухость, различные вегетативные сдвиги и изменения в работе сердечно-сосудистой системы.

3) При работе в помещении, уровень шума не должен превышать 80 дБ, согласно Постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2 об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685 - 21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» п.35.

4) В качестве защиты от шума и звука следует применять нормирование; некоторые технические тонкости, звукоизоляцию, звукопоглощение, специальные глушители аэродинамического шума, средства индивидуальной защиты (наушники, беруши, противошумные каски, специальная противошумная одежда).

Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

1) Источник: отсутствие достаточного освещения.

2) Типичные травмы: отрицательное воздействие на функционирование зрительного аппарата, на эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы.

3) Одним из важных показателей световой среды является коэффициент пульсации освещенности (Кп). Коэффициент пульсации освещенности – это критерий оценки глубины колебаний (изменений) освещенности, создаваемой осветительной установкой, во времени. Для производственных помещений величина Кп должна быть не более 15%.

На этой основе разработаны требования к освещению для рабочих мест персонала в рабочем помещении, указанные в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Нормы освещённости помещений

Помещения	Плоскость	Разряд зрительной	Освещенность, лк
-----------	-----------	-------------------	------------------

и производственные участки	нормирования освещенности и ее высота от пола, м	работы	При комбинированном освещении	При общем освещении
Рабочее помещение	Рабочая область станка, 1,2-1,4 м	VI		100
	Пол	-		10

4) Наилучшим видом освещения является дневное, солнечное. Однако, как уже было сказано выше, дневной свет не может обеспечить нужное освещение в течении всего рабочего дня. Поэтому в соответствии с СП все помещения предприятия имеют искусственное освещение. В качестве источников искусственного освещения применяются энергосберегающие светодиодные и газоразрядные лампы.

Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего

1) Источник: Неблагоприятные перепады производственного микроклимата в помещениях обусловлены наличием многочисленного теплонесущего оборудования. Высокая температура воздуха и низкая (большой частью) относительная влажность в помещении объясняется значительными конвективными и радиационными тепловыделениями от оборудования.

2) Типичные травмы: Понижение температуры и повышение скорости движения воздуха могут привести к переохлаждению организма, а при повышенной температуры воздуха, работоспособность оператора падает. Недостаточная влажность воздуха может привести к интенсивному испарению влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, а затем и загрязнение болезнетворными микроорганизмами.

3) По ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ нормируются следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздушного потока, ПДК вредных веществ.

Работа оператора УПН относится к категории Пб (работы связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением, энерготраты 233-290 Вт).

В рассматриваемом помещении температура воздуха в теплый период года составляет 26-43 °С, относительная влажность 17-53 %, скорость движения воздуха - от 0,5 до 2,6 м/с. В холодный период температура воздуха рабочих зон на разных отметках снижается неравномерно и находится в пределах 13-45 °С, относительная влажность составляет 17-71 %, скорость движения воздуха в пределах от 0,5 до 1,4 м/с.

4) Параметры микроклимата в зимнее время поддерживаются системой отопления и вентиляцией, летом – только общеобменной вентиляцией.

Монотонность труда, вызывающая монотонию

1) Источник: режим труда

2) Типичная травма: монотония сопровождается полусонным состоянием, сопровождающимся снижением психической активности, апатией.

3) Монотонность нагрузок должна соответствовать значениям части 4 Таблицы 18 Р 2.2.2006-05. 2.2.

4) Режим труда и отдыха необходимо устанавливать в соответствии с условиями труда (2 класс) и требованиями к ним Р 2.2.2006-05. 2.2.

Длительное сосредоточенное наблюдение.

1) Источник: режим труда

2) Типичная травма: переутомление.

3) Монотонность нагрузок должна соответствовать значениям частям 3 и 5 Таблицы 18 Р 2.2.2006-05. 2.2.

4) Режим труда и отдыха необходимо устанавливать в соответствии с условиями труда (2 класс) и требованиями к ним Р 2.2.2006-05. 2.2.

5.3 Экологическая безопасность при эксплуатации

Безопасность окружающей среды должна обеспечиваться отсутствием утечек нефти и газа на производстве. Согласно Постановлению Правительства РФ «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий (с изм. от 01.10.2021)» раздел 2 п.17 анализируемый объект относится к II категории, оказывающих умеренное негативное воздействие на окружающую среду.

Мероприятия направленные на защиту земельных ресурсов

Загрязнение земляных ресурсов может быть в результате неправильной утилизации отходов таких как: тара из - под лакокрасочных материалов, промасленная ветошь. Для исключения загрязнения необходимо обеспечить территорию площадками временного хранения твердых бытовых отходов (ТБО) и твердых коммунальных отходов (ТКО), и ящиками накопления для промасленной ветоши. Для последующей утилизации отходов заключаются договора с лицензированными организациями.

При строительстве временных дорог происходит срезка почвенного слоя на полосе отвода и перемещении его на некоторое расстояние. Почва подвергается механическому воздействию, которое приводит к нарушению морфологического строения почв, и как следствие происходит трансформация физико-химических, биохимических, водно-физических свойств почв.

После окончания эксплуатации временных дорог необходимо их ликвидировать и проводить работы по восстановлению почв.

Мероприятия направленные на защиту воды и водных объектов

Возможное попадание в гидросферу жидких бытовых отходов может произойти по причине негерметичности отвода по канализации на очистные сооружения. Данные отходы содержат вещества, которые обладают высокой

инфекционностью и являются опасными для здоровья работников. Изначально при проектировании систем следует руководствоваться требованиями безопасности к системам водоотведения, также должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие бесперебойность их работы, что исключит попадание в гидросферу.

При использовании нефтеотстойников возможно попадание нефти в природную водную среду. Необходимо на этапе проектирования и строительства обеспечить нефтеотстойники и все дополнительное технологическое оборудование надежной гидроизоляцией. Также необходимо выполнять строительство заградительных гидротехнических сооружений на водостоках, предназначенных для локализации возможных выбросов вредных веществ и загрязнений.

Мероприятия направленные на защиту атмосферы

Возможное тепловое воздействие, может произойти в результате возникновения очага горения в УПН. Объем выбросов в атмосферу зависит от распространения, устойчивости конструкций оборудования, наличия должных средств противопожарной защиты и удаленности пожарных подразделений от УПН. Тепловое воздействие может привести к гибели работников, потере устойчивости соседнего оборудования и возникновению новых очагов пожара.

Пары нефти в смеси с кислородом образуют взрывчатые смеси. Наименьшая концентрация при которой уже возможен взрыв называется нижним концентрационным пределом распространения пламени (НКПРП). Числовое значение для нефти - 42000 мг/м^3 . Наибольшая концентрация при которой еще возможен взрыв называется верхним концентрационным пределом распространения пламени (ВКПРП). Числовое значение для нефти 195000 мг/м^3 . Концентрация от НКПРП до ВКПРП называется концентрационным диапазоном взрываемости. С целью обеспечения взрывопожаробезопасности установлена предельно - допустимая

взрывобезопасная концентрация ПДВК - 2100 мг/м, что соответствует 5% от НКППП (для паров углеводородов нефти).

Методы защиты:

- обеспечение противопожарной и противовыбросовой сигнализации;
- контроль за выбросом, содержанием и осаждением различных веществ путем периодического отбора проб воздуха;
- применение газоанализаторов, пыле-, газоулавливателей;
- использование передовых технологий по предотвращению фонтанных выбросов;
- своевременный контроль, ремонт, регулировка и техническое обслуживание узлов, систем и агрегатов влияющих на выброс вредных веществ;
- применение герметизированной системы сбора и транспорта продукции скважин.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации

Возможные ЧС: Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); Техногенные аварии (отказ систем безопасности; нарушение контроля и управления цепной ядерной реакции в активной зоне реактора; тепловой взрыв с выбросом радиоактивных веществ, пожар)

Наиболее типичная ЧС: пожар.

Класс пожара: в зависимости от вещества, которое будет гореть, его можно отнести к классу В (пожары горючих жидкостей) или к классу С (пожар газов).

Основными методами, способствующими уменьшению масштабов ЧС, являются: обучение персонала навыкам поведения в ЧС; усиленный контроль за состоянием объекта; первичная система пожаротушения

(система орошения при тушении горящего резервуара, а так же для охлаждения при горении соседнего резервуара, генератор пены предназначен для пенного пожаротушения нефтепродуктов внутри резервуара); во избежание аварийного разлива нефти, каждый резервуар должен быть огражден земляным обвалованием; система оповещения населения, персонала объекта и органов управления для своевременных необходимых мер по защите населения.

Первичные средства пожаротушения, используемые в целях борьбы с пожарами: переносные и передвижные огнетушители; пожарный инвентарь (пожарные багры, ломы, топоры, крюки, пилы, лопаты); покрывала для изоляции очага возгорания (противопожарное полотно); генераторные огнетушители аэрозольные переносные.

Ликвидация последствий ЧС: повести демонтаж оборудования; зачистить территорию от остатков продуктов горения.

Выводы по разделу

В данной главе выпускной квалификационной работы было рассмотрено рабочее место инженера и взаимодействие на него возможных опасных и вредных производственных факторов. Фактические значения соответствуют нормативным требованиям согласно:

- разделу 1 п.1.13 правил устройства электроустановок (ПУЭ) рабочее помещение относится ко второму классу;

- Постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания", работа относится к категории Пб.

- СОУТ категория помещения(операторной) по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Б;

- Постановлению «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий (с изменениями на 7 октября 2021 года)» согласно разделу 2 п.17 относится к объектам II категории оказывающих умеренное негативное воздействие на окружающую среду.

Список использованных источников

1. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. Учебное пособие для вузов. 2-е изд. [Текст]– М., Химия, 2011.
2. Корж А.Ф., Хорошко С.И. Установка первичной переработки нефти[Текст] / Методические указания.../. – Новополюк: ПГУ, 2010.
3. Z. S. Yang, 2003, Estimating the Relative Tray Efficiency of Sieve Distillation Trays by Applying Artificial Neural Networks.
4. Leffler, William L, Petroleum Refining in Nontechnical Language — 4th ed., 2008, pp. 280.
5. Emtir M, Rev E, Fonyo Z. Rigorous simulation of energy integrated and thermally coupled distillation schemes for ternary mixture. Appl Therm Eng 2001; 21:1299-317.
6. Engeliен НК, Skogestad S. Selecting appropriate control variables for a heatintegrateddistillation system with prefractionator. Comput Chem Eng 2004; 28:683-91.
7. Fidkowski, Z. and L. Krolikowski, «Minimum Energy requirements of Thermally Coupled Distillation Systems», AIChE Journal, Vol. 33, Number 4, April1987.
8. Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа : учебное пособие [Текст] / С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.А. Кауфман. – СПб : Недра, 2009.
9. Лapidус, А.Л. Газохимия : учебное пособие для подготовки дипломированных специалистов по направлению Химическая технология органических веществ [Текст] / А. Л. Лapidус, И. А. Голубева, Ф. Г. Жагфаров. –М. : ЦентрЛитНефтеГаз, 2008.
10. Тимошенко А.В., Анохина Е.А., Рудаков Д.Г., Тимофеев В.С., Тациевская Г.И, Матюшенкова Ю.В. Энергосбережение в ректификации с

использованием комплексов со связанными потоками. Вестник МИТХТ, 2011, т.6, № 4.

11. Вержичинская С.В. Химия и технология нефти и газа [Текст] / под ред. С.В. Вержичинская- Москва.: Форум Инфа М 2008.

12. Писаренко В. Н., Писаренко Е. В., Саркисов П. Д. К разработке инновационных технологий получения высококачественных моторных топлив и ключевых продуктов нефтехимического синтеза // Вестник Казанского технологического университета. - № 2, 2007.

13. Морозов В.А., Луговской А.И., Степанников С.В., Киевский В.Я., Ямпольская М.Х. Способ первичной перегонки нефти. Патент RU 2401296, 2009.

14. Григорян Л.Г., Шафрановский Е.Л., Прохоренко Ф.Ф. и др. Проблемы и перспективы ректификации в нефтепереработке // Тез. докл. VI Всероссийской конф. По теории и практике ректификации. – Северодонецк, 1991.

15. Патент № 2484122. РФ. Способ перегонки нефти. [Текст] / Мнушкин И.А, Гасанова О.И. – 2012110713/04; заяв. 20.03.12; опуб. 10.06.13.

16. Ясавеев Х.Н., Лаптев А.Г., Фарахов М.И. Модернизация установок переработки углеводородных смесей. Казань: ФЭН, 2004.

17. Бальчугов А.В., Бадеников А.В., Кузора И.Е. Каскадная тарелка. Патент RU 2526381, 2014.

18. Патент № 2602118. РФ. Регулярная насадка для тепло- и массообменных процессов. [Текст] / Бальчугов А.В, Андреев М.В, Бадеников А.В, Кузора И.Е. – 2015128428/05; заяв. 13.07.15; опуб.10.11.16.

19. Патент № 2599400. РФ. Многопоточная контактная тарелка. [Текст] /Бахшиян Д.Ц, Списов С.В, Елистратов А.В, Лаухин Ю.А. – 2015116917/05; заяв. 05.05.15; опуб. 10.10.16.

20. Патент № 2 394 873. РФ. Способ интенсификации процесса первичной перегонки.. [Текст] /Рогалев М. С, Магарил Р.З.- 2008133084/04; заяв.11.08.2008; опуб. 20.07.2010.

21. Патент № 2483095. РФ. Способ перегонки нефти. [Текст] / Ташилина В.П, Ташилин П.Л, Гитинов М.А. -2011135918/04; заяв. 30.08.2011; опуб. 10.03.2013
22. Кравцов А.В., Самборская М.А., Вольф А.В., Митянина О.Е. Основы проектирования процессов переработки природных энергоносителей: Учебное пособие для вузов. – Томск: издательство ТПУ, 2010.
23. Информационные технологии в нефтегазовой отрасли [Электронный ресурс]: - режим доступа [www.ugatu.su/media/uploads/MainSite / Ob%20 universitete/Izdateli/EI_izd/2021-168.pdf](http://www.ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/EI_izd/2021-168.pdf).
24. UniSim®Design Suite // [Электронный ресурс]: Honeywell URL: https://www.honeywellprocess.com/en-US/online_campaigns/unisimdesign/Pages/index.html#
25. Honeywell_UniSim_Design // [Электронный ресурс]: http://www.tadviser.ru/index.php/project:Honeywell_UniSim_Design.com.
26. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 30.12.2020) "О специальной оценке условий труда" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021).
27. "Правила безопасной эксплуатации и охраны труда для нефтеперерабатывающих производств. ПБЭ НП-2001"(утв. Минэнерго РФ 11.12.2000).
28. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
29. ГОСТ Р 12.4.297-2013. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты, выплесков расплавленного металла, контакта с нагретыми поверхностями, кратковременного воздействия пламени.
30. ГОСТ 12.4.280-2014 Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий

31. ГОСТ 12.4.280-2014 Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий
32. ГОСТ 12.4.280-2014 Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий
33. СанПиН 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)"
34. ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования»
35. ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования»
36. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменениями N 1, 2)
37. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
38. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
39. Р 2.2.2006-05. 2.2. гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
40. Р 2.2.2006-05. 2.2. гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда