



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 18.03.01 Химическая технология

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка рецептур смешения товарных бензинов с использованием конденсатов газовых стабильных и продуктов их каталитической переработки

УДК 665.73.063

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-2Д8Б	Василевская Анна Алексеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Киргина Мария Владимировна	к.т.н.		

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.		

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
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 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 налаживать, 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 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.

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-2Д8Б	Василевская Анна Алексеевна

Тема работы:

Разработка рецептур смешения товарных бензинов с использованием конденсатов газовых стабильных и продуктов их каталитической переработки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 31-66/с от 31.01.2023 г.

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	06.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Данные хроматографического анализа смесевых потоков, вовлекаемых в производство товарных бензинов: конденсатов газовых стабильных и продуктов их каталитической переработки
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	- Литературный обзор - Конденсаты газовые стабильные и нестабильные - Состав, свойства и марки автомобильных бензинов - Использование конденсатов газовых стабильных и нестабильных для получения топлив - Объект и методы исследования - Объект исследования - Методика расчета характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов в программном комплексе «Compounding» - Расчеты и аналитика

	3.1 Результаты расчета состава и характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов 3.2 Разработка рецептур смешения бензинов 4. Результаты исследования 4.1 Выбор наиболее предпочтительных смесевых компонентов 5. Финансовый менеджмент 6. Социальная ответственность Выводы
Перечень графического материала	Нет
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
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:	
Нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Киргина Мария Владимировна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-2Д8Б	Василевская Анна Алексеевна		



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

Уровень образования Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

Период выполнения весенний семестр 2022 /2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-2Д8Б	Василевская Анна Алексеевна

Тема работы:

Разработка рецептур смешения товарных бензинов с использованием конденсатов газовых стабильных и продуктов их каталитической переработки

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	06.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2023	Введение	10
27.03.2023	1. Литературный обзор: Конденсаты газовые стабильные и нестабильные. Состав, свойства и марки автомобильных бензинов. Использование конденсатов газовых стабильных и нестабильных для получения топлив.	20
10.04.2023	2. Объект и методы исследования: Объект исследования. Методика расчета характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов в программном комплексе «Compounding»	20
30.04.2023	3. Расчеты и аналитика: Результаты расчета состава и характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов. Разработка рецептур смешения бензинов	20
20.05.2023	4. Результаты исследования: Выбор наиболее предпочтительных смесевых компонентов	10
25.05.2023	5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
25.05.2023	6. Социальная ответственность	5
31.05.2023	Выводы	10

СОСТАВИЛ:**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Киргина Мария Владимировна	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:**Руководитель ООП**

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

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Василевская Анна Алексеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д8Б	Василевская Анна Алексеевна

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</i>	Расчет конкурентоспособности. SWOT-анализ.
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения НИ.</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.
3. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований.</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ.
4. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала:

1. Оценка конкурентоспособности технических решений.
2. Матрица SWOT.
3. Альтернативы проведения НИ.
4. График проведения и бюджет НИ.
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2023 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д8Б	Василевская Анна Алексеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д8Б	Василевская Анна Алексеевна

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

Тема ВКР:

Разработка рецептур смешения товарных бензинов с использованием конденсатов газовых стабильных и продуктов их каталитической переработки	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения. Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации.	Объектом исследования является: процесс производства автомобильных бензинов. Рабочая зона – химико-аналитическая лаборатория. Область применения – газоперерабатывающая промышленность.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	– Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019). – Закон РФ «О государственных гарантиях и компенсациях для лиц, работающих и проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях» от 19 февраля 1993 г. N 4520-1. – Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Производственная безопасность: 2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов. 2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия.	– отклонение показателей микроклимата в помещении; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – превышение уровня шума; – воздействие вредных веществ; – подвижные части производственного оборудования; – повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; – поражение электрическим током; – нервно-психические перегрузки.
3. Экологическая безопасность:	Вредное воздействие распространяется преимущественно на гидросферу (сбросы) и на

	литосферу (отходы). Воздействие на атмосферу практически отсутствует, так как нет выброса газообразных веществ.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС: пожар, взрыв; Наиболее типичная ЧС: пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.03.2023 г.
---	---------------

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	Василевская Анна Алексеевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 103 страницы, 6 рисунков, 15 таблиц, 32 источника и 3 Приложения.

Ключевые слова: товарный бензин, конденсат газовый стабильный, октановое число, рецептура смешения, смесевой компонент.

Работа содержит введение, 6 разделов и выводы, приведен список использованных источников.

Объект исследования – процесс смешения товарных автомобильных бензинов, с использованием в качестве основных смесевых компонентов конденсатов газовых стабильных и продуктов их каталитической переработки.

Предмет исследования – состав и свойства смесевых компонентов и товарных бензинов, а также рецептуры смешения.

Цель работы – разработка рецептур смешения товарных бензинов с использованием стабильных газовых конденсатов и продуктов их каталитической переработки.

В ходе работы были с использованием моделирующей системы «Compounding» рассчитаны характеристики смесевых компонентов бензинов – стабильных газовых конденсатов и продуктов их каталитической переработки различного состава; разработаны рецептуры смешения бензинов марок АИ-92, АИ-95, АИ-98 с использованием смесевых компонентов различного состава; выбраны наиболее предпочтительные смесевые компоненты.

Экономическая эффективность/значимость работы: разработанные рецептуры смешения бензинов марок АИ-92, АИ-95, АИ-98 позволят предприятию производить товарный продукт, соответствующий требованиям стандартов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	14
1 Литературный обзор	16
1.1 Конденсаты газовые стабильные и нестабильные	16
1.2 Состав, свойства и марки автомобильных бензинов.....	21
1.3 Использование конденсатов газовых стабильных и нестабильных для получения топлив.....	25
2 Объект и методы исследования	34
2.1 Объект исследования	34
2.2 Методика расчета характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов в программном комплексе «Compounding»	34
3 Расчеты и аналитика	39
3.1 Результаты расчета состава и характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов	39
3.2 Разработка рецептур смешения бензинов	41
4 Результаты исследования	47
4.1 Выбор наиболее предпочтительных смесевых компонентов.....	47
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	50
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования	50
5.2 Анализ конкурентных технических решений	51
5.3 SWOT-анализ.....	52
5.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	56
5.4.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	56
5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	57
5.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	61
5.5.1 Расчет материальных затрат научно-исследовательской работы (НИР)	62
5.5.2 Затраты на оборудование.	63
5.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы	63
5.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	65
5.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды.....	66
5.5.6 Накладные расходы	66

5.5.7 Формирование бюджета затрат НТИ.....	67
5.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	67
Выводы по разделу	70
6 Социальная ответственность	72
Введение.....	72
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	73
6.2 Производственная безопасность	74
6.3 Экологическая безопасность.....	81
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	82
Выводы по разделу	84
ВЫВОДЫ.....	85
Список использованных источников	87
Приложение А	91
Приложение В.....	93
Приложение С.....	96

ВВЕДЕНИЕ

В прошлом году спрос на бензин в Российской Федерации резко вырос – в 2022 году нефтеперерабатывающие компании поставили на внутренний рынок более 33 миллионов тонн топлива, что на 4,7 % больше, чем в 2021 году [1]. Перспективным является вовлечение в переработку с целью получения бензиновых компонентов газоконденсатного сырья.

Наличие качественного сырья позволяет сформировать технологическую схему и построить высокорентабельное предприятие с выпуском продукции, по номенклатуре и товарным показателям соответствующей современным требованиям к моторным топливам. Для производства высокооктановых бензинов при переработке нефти необходимо построить завод глубокой переработки мощностью в 2-3 раза превышающей производительность завода по переработке газового конденсата.

Дополнительным преимуществом, влияющим на стоимость товарной продукции, является отсутствие необходимости утилизации тяжелых остатков, а это дорогостоящие процессы переработки, требующие значительных капитальных и эксплуатационных затрат. Газоконденсатное сырье позволяет при строительстве установок по его переработке на территории Российской Федерации значительно снизить капитальные затраты на строительство, повысить качество получаемой продукции, улучшить экологическую обстановку [2].

Не менее перспективным является вовлечение в производство бензинов конденсатов газовых стабильных и продуктов их каталитической переработки.

Важными инструментами при разработке рецептур смешения бензинов являются системы компьютерного моделирования, позволяющие с высокой точностью прогнозировать свойства получаемой смеси углеводородов. В работе использовалась система моделирования Compounding, позволяющая рассчитывать октановые числа и другие свойства товарных бензинов [28]. Этот программный продукт разработан в Томском политехническом университете.

Таким образом, **целью** данной работы является разработка рецептур смешения товарных бензинов с использованием стабильных газовых конденсатов и продуктов их каталитической переработки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) С использованием моделирующей системы «Compounding» осуществить расчет характеристик смесевых компонентов бензинов – стабильных газовых конденсатов и продуктов их каталитической переработки различного состава;

2) Разработать рецептуры смешения бензинов марок АИ-92, АИ-95, АИ-98 с использованием смесевых компонентов различного состава;

3) Выбрать наиболее предпочтительные смесевые компоненты.

Объектом исследования в данной работе является процесс смешения товарных автомобильных бензинов, с использованием в качестве основных смесевых компонентов конденсатов газовых стабильных и продуктов их каталитической переработки.

Предметом исследования являются состав и свойства смесевых компонентов и товарных бензинов, а также рецептуры смешения.

Практическая значимость:

Разработанные рецептуры смешения бензинов марок АИ-92, АИ-95, АИ-98 позволят предприятию выпускать товарный продукт, соответствующий требованиям стандартов.

1 Литературный обзор

1.1 Конденсаты газовые стабильные и нестабильные

Газовый конденсат (ГК, газоконденсат) – смесь углеводородов (C_5H_{12} – $C_{20}H_{42}$), которые выделяются из природного газа в процессе его добычи, а также являются альтернативным ресурсом углеводородного сырья [3]. Это бесцветная или слабоокрашенная жидкость, соломенно-желтого до желто-коричневого цвета, ее цвет зависит от количества примесей. Насыщенность цвета зависит от глубины залегания, чем глубже добывается газовый конденсат, тем его оттенок более насыщенный. Так же глубина залегания влияет на состав конденсата, если он залегает глубоко, то в его составе присутствует керосин и газойль. Наиболее распространен газоконденсат, имеющий в своем составе нефтени и метан.

Газовый конденсат добывается на газоконденсатных месторождениях (ГКМ) в процессе формирования потока влажного природного газа. Также его образование происходит из попутного нефтяного газа, образующегося при добыче нефти, в небольшом количестве – из сухого газа и на установках комплексной подготовки газа (УКПГ). В природе газовый конденсат встречается в газообразном состоянии.

Он образуется в процессе работ по получению нефти или газа при особых условиях. Бензиново-керосиновые фракции, которые залегают в пластах, подвергаются воздействию высокого давления и температуры. В результате бурения скважин в процессе газодобычи, давление и температура падают, тем самым создаются условия для образования конденсата.

Газовые конденсаты делятся на три категории:

- светлый конденсат, состоящий в основном из фракций бензина и дизельного топлива.
- тяжелые конденсаты, содержащие более 20 % фракций, выкипающих при температуре 320 °С.
- конденсаты, содержащие органические соединения серы и растворенный сероводород.

По групповым составам конденсаты различных месторождений могут существенно различаться. Конденсаты с сероводородом направляются на стабилизацию, где с помощью ректификации отгоняется сероводород, который должен отправиться на производство серы.

Газовый конденсат делится на стабильный и нестабильный.

Конденсаты газовые нестабильные (КГС) необходимо дополнительно подготовить, чтобы удалить из них тяжёлые фракции. Продукт очищают от примесей и легких углеводородов (метана, пропана и бутана), а также подвергают сепарации газа (дегазации). В результате он становится стабильным, содержит не более 2-3 % пропан-бутановой, бензино-керосиновой и газойлевой фракций. По завершению очистки газовый конденсат стабильный содержит: гексан, пентан, гептан, октан, нонан, декан (C_6H_{14} , C_5H_{12} , C_7H_{16} , C_8H_{18} , C_9H_{20} , $C_{10}H_{22}$), также присутствуют в его составе нафтеновые углеводороды, газойль и бензиново-керосиновые фракции.

Стабильный газовый конденсат делится на два типа:

- промысловый конденсат (lease condensate), полученный на промысле.
- заводской конденсат (plant condensate), производимый на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ) [3].

На стабильный газовый конденсат, подготовленный на заводах первичной переработки для транспортировки и/или использования в качестве сырья для дальнейшей переработки в России и экспорта установлены требования ГОСТ Р54389-2011 «Газовый стабильный конденсат. Технические условия.» [4]. В зависимости от содержания хлористых солей, сернистые соединения КГС разделяются на 2 группы, для которых предъявляются технические требования, указанные в таблице А.1 Приложения А.

По безопасности к КГС предъявляют следующие требования:

- В зависимости от степени влияния на организм человека КГС относятся к 4 классу опасности. При использовании КГС нужно контролировать предельно допустимую концентрацию (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, по углеродам алифатическим предельным

C_1-C_{10} в пересчете на углерод – максимальная разовая ПДК – 900 мг/м^3 и среднесменная ПДК – 300 мг/м^3 .

– КГС, содержащий сероводород (дигидросульфид) с массовой долей более 20 млн^{-1} , считают сероводородсодержащим. Для сероводорода (дигидросульфида) максимальная разовая ПДК в воздухе рабочей зоны составляет 10 мг/м^3 , максимальная разовая ПДК для сероводорода (дигидросульфида) в смеси с алифатическими предельными углеводородами C_1-C_5 в воздухе рабочей зоны – $3,0 \text{ мг/м}^3$, 2 класс опасности.

– Пары КГС образуют с воздухом взрывоопасные смеси с температурами: вспышки ниже 0°C , самовоспламенения выше 250°C .

– Работникам КГС необходимо выполнять обязательные требования к правилам безопасности и ознакомиться с правилами безопасности труда, а также с мерами пожарной безопасности

При использовании КГС разработаны следующие условия для обеспечения охраны окружающей среды:

– Необходимо соблюдать требования, которые установлены в Российском законодательстве об охране окружающей среды и системе экологического менеджмента в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14001.

– Гигиенические нормативы обеспечения качества атмосферного воздуха населенных пунктов регламентируются санитарными правилами и действующим законодательством Российской Федерации.

– ПДК КГС в воде объектов культурно-бытового пользования и хозяйственно-питьевого назначения – не более $0,1 \text{ мг/дм}^3$ согласно санитарным нормам и правилам. ПДК газоконденсатов водоемов рыбохозяйственного значения, не более $0,05 \text{ мг/дм}^3$.

– В процессе транспортировки и использования КГС нужно принимать меры по предотвращению его попадания в хозяйственные и канализационные системы, а также в открытые водоемы, почвы. В местах возможного пролива КГС необходимо иметь обваловку и специальную дренажную систему.

Предупреждение и ликвидация аварийной ситуации в связи с разливом КГС осуществляется в соответствии с планом ликвидации разлива КГС.

Определение состава и характеристик конденсатов КГС по методикам, установленным в:

- ГОСТ 2177-99 «Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава» [5];
- ГОСТ 11851-2018 «Нефть. Метод определения парафина» [6];
- ГОСТ 1756 «Нефтепродукты. Определение давления насыщенных паров» [7];
- ГОСТ Р ИСО 3675-2007 «Нефть сырая и нефтепродукты жидкие. Лабораторный метод определения плотности с использованием ареометра» [8];
- ГОСТ Р 51947 «Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии» [9].

Определение фракционного состава нефтепродуктов по ГОСТ 2177-99: суть метода заключается в перегонке 100 см³ испытуемой пробы и постоянном контроле за показаниями термометра и объемами конденсата.

Определение парафина по ГОСТ 11851-2018:

- Метод А – предварительное удаление асфальто-смолистых веществ из нефтепродуктов, их экстракции и адсорбции, а затем выделение парафина с помощью смеси ацетона с толуолом при температуре -20 °С.
- Метод Б – предварительное удаление асфальто-смолистых веществ вакуумной перегонкой с отбором фракций при температуре от 250 °С до 550 °С и выделении парафина парным растворителем – смесью спирта и эфира при температуре -20 °С.

Определение давления насыщенных паров нефтепродуктов по ГОСТ 1756-2000:

Суть метода заключается в том, что жидкостная камера аппарата наполняется охлажденной пробой испытуемого продукта и подсоединяют к воздушной камере при температуре 37,8 °С. Аппарат погружают в баню с

температурой $(37,8 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$ и периодически встряхивают до достижения постоянного давления, которое показывает манометр, соединенный с аппаратом. Показание манометра, скорректированное соответствующим образом, принимают за давление насыщенных паров по Рейду. Метод предусматривает испытание следующих продуктов:

- частично насыщенных воздухом и имеющих давление насыщенных паров по Рейду ниже 180 кПа;

- не насыщенных воздухом и имеющих давление насыщенных паров по Рейду выше 180 кПа, а также продуктов с более узким диапазоном определяемых свойств при измерении давления пара авиационных бензинов.

Определение плотности жидких нефтепродуктов и нефти с использованием ареометра по ГОСТ Р ИСО 3675-2007:

Суть метода заключается в том, что температуре образца доводят до заданной температуры, а потом образец помещается в цилиндр для ареометра, температура которого примерно такая же. Соответствующий ареометр, температура которого также приблизительно равна температуре образца, погружают в испытуемый образец так, чтобы ареометр свободно плавал. По достижению температурного равновесия считывают показания ареометра, фиксируют температуру испытуемого образца, а снятые показания переводят в соответствующее значение для температуры $15 ^\circ\text{C}$, используя таблицы стандартных измерений. В случае необходимости, для исключения чрезмерных колебаний температуры во время проведения испытаний цилиндр для ареометра и его содержимое помещают в термостат.

Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии по ГОСТ Р 51947-2002:

Сущность метода – испытуемый образец помещают в пучок лучей, испускаемых источником рентгеновского излучения. Измеряют характеристики энергии возбуждения от рентгеновского излучения и сравнивают полученный сигнал счетчика импульсов с сигналами счетчика, полученными при испытании заранее подготовленных калибровочных

образцов. Для определения содержания серы от 0,0150 % до 5,00 % требуются две группы калибровочных образцов. Метод используют для определения массовой доли серы от 0,0150 % до 5,00 % в дизельном топливе, нефти, керосине, нефтяных остатках, основах смазочных масел, гидравлических маслах, реактивных топливах, сырых нефтях, бензине (неэтилированном) и других дистиллятных нефтепродуктах. Пользуясь этой методикой, можно анализировать серу в других продуктах, таких как топлива М-85 и М-100, содержащих 85 % и 100 % метанола. Метод обеспечивает быстрое и точное измерение общей серы в нефти и нефтепродуктах с минимальной подготовкой образца. Время анализа образно обычно 2-4 мин [10].

1.2 Состав, свойства и марки автомобильных бензинов

Автомобильные бензины – углеводородные топлива, полученные смешением различных компонентов – продуктов переработки нефти и газа, а также продуктов нефтехимического синтеза. Бензин – является смесью углеводородов, которые состоят основным образом из предельных 25-61 %, непредельных 13-45 %, нафтеновых 9-71 %, ароматических 4-16 % углеводородов с длиной молекулы углеводорода от C_5 до C_{10} и числом углеродных атомов от 4-5 до 9-10 со средней молекулярной массой около 100 Д. Так же бензин может содержать примеси – серо-, азот- и кислослородсодержащих соединений.

Бензин используется в качестве топлива для поршневых двигателей внутреннего сгорания с принудительным воспламенением. Такие двигатели устанавливаются для автомобилей и летательных аппаратов небольшого размера, соответственно, бензин разделяется на автомобильный и авиационный.

Важный фактор, влияющий на техническую и экономическую эффективность двигателя – качество использования топливной смеси. Она должна иметь ряд определенных характеристик и соответствовать следующему требованиям:

- иметь высокую теплоту сгорания;

- обладать хорошими смесевыми свойствами, обеспечивающими легкий пуск двигателя, плавный переход с одного режима работы на другой, стабильную работу двигателя в различных климатических условиях;
- не детонировать на всех режимах работы;
- не образовывать нагароотложения, приводящие к перегреву и повышенному износу двигателя;
- не вызывать коррозии деталей при непосредственном контакте с ним, а также при образовании продуктов горения;
- быть стабильной при транспортировке и хранении, то есть не изменять своих первоначальных свойств;
- иметь низкую температуру застывания для обеспечения хорошей прокачиваемости при низких температурах окружающей среды;
- не оказывают вредного воздействия на людей и окружающую среду [11].

В России разрешены к применению в составе автомобильных бензинов: этанол до 5 %; МТБЭ до 15 %; изопропанол до 7 %; втор-бутанол до 10 %; трет-бутанол до 7 %.

В целом, по данным Росстата, объемы нефтепереработки в России в 2022 году составили:

- нефть, прибывшая на переработку (первичная переработка нефти) – объем выпуска за 2022 г. составил 276 млн. тонн, что на 3,5 % меньше, чем год назад;
- производство автомобильного бензина второй год подряд умеренно растет. В 2022 году объем выпуска автомобильного бензина составил 42,3 млн. тонн, что на 3,6 % больше, чем год назад;
- производство прямогонного бензина существенно сократилось. Бензин прямогонный – объем выпуска в целом в России не превысил отметки 11,5 млн. тонн, что на 13,1 % меньше, чем год назад.
- газовый конденсат стабильный – объем выпуска в 2022 году достиг 20,1 млн. тонн, что на 7,8 % больше, чем год назад [12].

Главные характеристики автомобильных бензинов, к которым предъявляются строгие требования: плотность, октановое число, давление насыщенных паров, фракционный состав, содержание серы, бензола, ароматических и олефиновых углеводородов.

Октановое число (ОЧ) является одним из основных показателей качества, характеризует детонационную стойкость бензина в зависимости от структуры углеводородов, химической и физической стабильности, содержания серы и фракционного состава и др.

Детонация – это взрывное развитие процесса горения топливно-воздушной смеси в камере сгорания. Обычно детонирует сравнительно небольшая часть горючей смеси, сгорающая последней. При определенных условиях температура этой части смеси поднимается выше температуры самовоспламенения, и смесь воспламеняется за столь короткое время, что горение приобретает характер взрыва. Ударные волны распространяются от очага воспламенения с большой скоростью, и даже при возникновении детонации лишь в небольшой части несгоревшей смеси волна генерирует новые, более интенсивные очаги детонации. В процессе сгорания при детонации распространение пламени проходит с очень большими скоростями до 2300 м/с. Если детонация очень интенсивная и длится относительно долго, то поршни начинают разрушаться и двигатель становится полностью неисправным. Легкая и недолгая детонация обычно не вызывает поломок, но ухудшается экономия топлива двигателя, появляется дым в отработавших газах.

Основным фактором качества топливовоздушной смеси, поступающей в двигатель, является испарение, которое оценивается по фракционному составу, поэтому определяет легкость и надежность запуска двигателя, возможность образования паровых пробок, полноту сгорания и экономичность, продолжительность прогрева, приемистость и скорость износа деталей двигателя.

Давление насыщенных паров (ДНП) или упругость пара – это давление, оказываемое парами на стенки сосуда при испарении топлива в замкнутом пространстве. Оно характеризует летучесть бензиновых фракций и стартовые качества топлива. Давление насыщенных паров зависит от химического и фракционного состава топлива. Как правило, чем больше легкокипящих углеводородов в составе топлива, тем выше упругость паров. Давление насыщенного пара также увеличивается с повышением температуры. ДНП определяют (ГОСТ 1756-83) выдержкой испытуемого бензина в течение 20 мин в герметичной емкости при температуре 38 °С. По истечении этого времени на манометре регистрируют давление паров бензина.

Использование бензина с высокой упругостью паров приводит к повышенному образованию паровых пробок в системе питания, уменьшению наполнения цилиндров, падению мощности. В летних сортах бензина давление насыщенных паров не должно превышать 80 кПа. Зимние сорта бензина для облегчения пуска двигателя в холодное время года имеют более высокое давление 80-100 кПа. ДНП также характеризует физическую стабильностью бензинов.

Общее содержание серы характеризуется суммарным количеством всех сернистых соединений в топливе, которые в процессе сгорания образуют кислородные соединения серы, которые вызывают коррозию и способствуют образованию отложений и износу двигателя. Экспериментальные работы показали, что при увеличении содержания серы с 0,05 до 0,10 % износ деталей двигателя вырастает в 1,5-2,0 раза, а при увеличении количества серы до 0,20 % – в 4 раза. Основная масса сернистых соединений, которая содержится в нефти, при процессе получения топлива перегоняется с углеводородами, выкипающими при температуре выше 200 °С. Поэтому общее количество серы в бензине редко превышает 0,05 % [13].

ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия», введенный в 2015 г., обеспечивает производство и

классификацию автомобильных бензинов в соответствии с их летучестью и октановым числом, определяемыми исследовательским методом.

Выпускаются следующие марки автомобильных бензинов: АИ-80, АИ-92, АИ-95 и АИ-98 экологических классов К2, К3, К4, К5.

По физико-химическим и эксплуатационным показателям бензины должны соответствовать нормам и требованиям, указанным в таблице А.2 Приложения А [14].

ГОСТ 32513-2013 предусматривает производство 10 классов бензинов по испаряемости [14]. Характеристики испаряемости приведены в таблице А.3 Приложения А.

Рекомендации по сезонному применению бензинов разных классов испаряемости устанавливают в соответствии с утвержденными требованиями.

1.3 Использование конденсатов газовых стабильных и нестабильных для получения топлив

Одной из главных проблем мировой нефтепереработки является высококвалифицированное использование тяжелых нефтяных и газоконденсатных остатков. К ним относятся мазуты для атмосферной перегонки нефти и газового конденсата тяжелого фракционного состава. Использование в качестве котельного топлива газоконденсатного остатка, содержащего до 35 % (например, астраханский остаток) бензиновой и дизельной фракций небезопасно и экономически нерационально. В зависимости от высокого содержания парафинов при выборе технологии переработки данного вида сырья целесообразнее выбирать топливный вариант (моторное топливо). В большинстве случаев газоконденсатные мазуты в смеси с газовыми бензинами, имеющими низкое октановое число, экспортируют как легкую нефть. Но, учитывая свойства остатков газоконденсата, это отличное сырье для квалифицированной переработки по топливному варианту. Выбор технологии переработки газовых конденсатов, а также их высококипящих фракций, зависит от их углеводородного состава и наличия гетеросоединений.

По своим свойствам газоконденсатные остатки близки к вакуумным нефтяным дистиллятам. Поэтому тяжелые фракции газовых конденсатов можно рассматривать как в качестве сырья для термокаталитических и гидрогенизационных технологий, так и для производства смазочных масел и парафинов [23]. На сегодняшний день наиболее актуальным является не увеличение объема добываемой нефти, а увеличение глубины переработки углеводородного сырья. В связи с этим с целью глубокой переработки проведена большая исследовательская работа с остатками газовых конденсатов.

На примере Астраханского газоконденсата предлагается технология получения судового топлива [24]. Для этого сначала высококипящий нефтепродукт подвергают вакуумной перегонке с получением соляровой фракции, вакуумного газойля и вакуумного остатка. Затем с помощью процессов селективной очистки вакуумный газойль очищают растворителем N-метилпирролидон и в процессе деасфальтизации получают десальтизат из вакуумного остатка с использованием обводненного изобутилового спирта, содержащего до 5-10 % об. воды. Процессы низкотемпературные, что исключает большие энергетические (тепловые) затраты. Товарное судовое топливо получают путем компаундирования деасфальтизата (50-95 % в смеси) и рафината селективной очистки, прямогонного дизеля и соляровой фракций.

С учетом содержания нежелательных соединений в газоконденсатном остатке, в работе [25] также рассмотрена технология получения судовых топлив, сочетающая методы окисления и экстракции. Этот процесс позволяет снизить коксообразование и увеличить глубину переработки газового конденсата с 90 до 97 % [16]. Вакуумный газойль (фракция 350-450 °C) подвергается термическому крекингу при температуре 500 °C, давлении 2,0 МПа и времени реакции 0,5 часа, а полугудрон (фракция, выкипающая выше 450 °C) – висбрекингу при температуре 450 °C, давлении 2,0 МПа и время реакции 0,4 часа. В результате реализации процесса на установке раздельной (дифференцированной) термической деструкции, включающей

блок вакуумной перегонки мазута, получают газ (3,8 % мас. на мазут), бензиновую и дизельную фракции (соответственно 11,1 и 28,9 % мас. на мазут), судовые топлива различных марок (от 12,9 до 50,9 % мас. на мазут) и котельное топливо (от 5,3 до 43,3 % мас. на мазут в зависимости от марок выпускаемых судовых топлив).

Однако при использовании этой технологии существует необходимость удаления сернистых соединений из исходного сырья или получаемых продуктов путем гидрооблагораживания, озонолиза или других процессов для получения товарной продукции, отвечающей современным требованиям по экологической безопасности.

Как показали исследования, получение судовых топлив возможно также из рафината селективной очистки вакуумной фракции 350-450 °С, выделенной из газоконденсатного мазута. В качестве растворителя в процессе применяется смесь N-метилпирролидона и нормального гептана. Технологический режим процесса следующий: температура – 40 °С; кратность N-метилпирролидона и нормального гептана к сырью – соответственно 2,0 и 0,3; время контакта – 0,67 часа. Выход рафината, который является компонентом судовых топлив, составляет 54 % мас. на сырье селективной очистки (примерно 145 тыс. онн/год при переработке 400 тыс. тонн/год мазута). Технология позволяет получить различные марки этого вида топлива с содержанием общей серы в нем от 0,14 до 0,59 % мас. Экстракт процесса в смеси с полугудроном (фракция, выкипающая выше 450 °С) подвергается висбрекингу с получением котельного топлива (топочного мазута). Таким образом, предложенная технология позволила получить компонент товарных судовых топлив.

В работе [21] исследована технология гидрокаталитических процессов переработки высокосернистого мазута Астраханского газоперерабатывающего завода. Приведена принципиальная технологическая схема установки каталитической гидрирогенизации на рисунке В.1 Приложения В.

Процесс проводят при температуре 370-410 °С, давлении 8-13 МПа, объемной скорости подачи сырья 0,2-0,5 ч⁻¹ и коэффициенте ВСТ более 500 нм³/м³. В качестве катализаторов используются алюмо-кобальтмолибденовые и алюмининикельмолибденовые катализаторы. Данный процесс характеризуется высокой (70-90 % масс.) степенью обессеривания при незначительной (15-25 % масс.) конверсии сырья. Использование данного процесса особенно целесообразно для сырья с низким содержанием металлов (Ni и V < 25 ppm) и асфальтенов (< 8 % мас.), влияющих на скорость дезактивации катализатора [16], [17]. По этим показателям мазут Астраханского ГПЗ является благоприятным сырьем для прямого каталитического гидроолагораживания, так как содержание металлов (Ni и V) в нем не превышает 1 ppm, а доля асфальтеновых веществ находится на уровне 0,7 % мас. В зависимости от условий проведения и используемого катализатора содержание серы в гидрогенизате может составлять 0,3-1,5 % мас. Продукт, полученный в результате гидрогенизационной облагораживания, может быть использован в качестве маловязкого судового топлива.

В работе [19] остатки газовых конденсатов изучались в парафиномасляном направлении. Для депарафинизации рафинатов в лабораторных условиях использовали установку периодического действия с морозильной камерой. Для разделения суспензии на твердую и жидкую фазы использовали фильтровальное оборудование, состоящее из вакуумного насоса, колбы Бунзена и воронки Бюхнера. Схема установки для фильтрации суспензии представлена на рисунке В.2 Приложения В.

Растворитель регенерировали перегонкой. Схема установки регенерации растворителя показана на рисунке В.3 Приложения В.

Минимальная температура конечного охлаждения, которую можно было получить на лабораторном оборудовании, составляла -27 °С. Поэтому для получения требуемой температуры застывания депарафинизированного масла, варьировали значение кратности растворителя.

Процесс депарафинизации рафината фракции 350-420 °С проводили для получения основы для производства индустриального масла общего назначения марки И-12А (И-ЛГ-А-15 по ГОСТ 20799-88). С увеличением кратности растворителя снижается выход, индекс вязкости и температура застывания. Оптимальный режим осуществляется при соотношении растворителей 4:1, так как достигается требуемая температура застывания получаемого масла (по ГОСТ не выше -15 °С).

В работе [20] для получения базовых масел остаточный нефтепродукт перегоняли под вакуумом с получением вакуумного газойля и остатка с температурой кипения выше 500 °С (рисунок В.4, Приложение В). Далее вакуумный газойль подвергают гидрокрекингу, каталитической гидроизодепарафинизации гидрогенизата, стабилизации и перегонке под вакуумом. А остальное (свыше 500 °С) можно использовать как сырье для процесса висбрекинга.

По данной технологии предлагается: получать нефтяные фракции 350-420 °С и 420-500 °С из мазута Астраханского газового конденсата методом вакуумной перегонки; подвергнуть полученные фракции двухстадийному гидрокрекингу (для снижения их плотности, разделения H_2S и NH_3) и каталитической гидроизодепарафинизации; направить полученный гидрогенизат на блок стабилизации. Побочными продуктами этих процессов являются углеводородные газы и топливные фракции.

В работе [16] остаток газового конденсата перегоняли на узкие II (300-400 °С), III (350-420 °С) и IV (420-500 °С) масляные фракции и фракцию с температурой кипения выше 500 °С. Затем с помощью процессов селективной очистки N-метилпирролидоном и депарафинизации были получены базовые масла, которые можно использовать в трансформаторных, гидравлических системах, а также в качестве компонента моторных масел [27].

Для снижения температуры застывания рафината рекомендуется использовать процесс депарафинизации или комбинированную технологию депарафинизации с использованием присадок. Выделенные экстракты могут

служить сырьем для производства технического углерода, масла-пластификатора ПН-6, масла-теплоносителя АМТ-300. Качество полученных депарафинизированных масел соответствовало маслам I группы по оценке API [19].

По мнению авторов [26], перспективными направлениями глубокой переработки тяжелых газовых конденсатов являются их газификация с получением синтез газа ($\text{CO} + \text{H}_2$), пиролиз с получением низкомолекулярных олефинов; дифференцированный термический крекинг, получение технического углерода, а также гидроконверсия в суспендированном слое наноразмерного катализатора (содержит соли металлов VI-VIII групп). Авторы [27] исследовали возможность использования в качестве сырья для каталитического крекинга фракции газового конденсата 350-450 °С, экстракционно-очищенную смесь N-метилпирролидона и гептана.

Также авторы [20] на основе испытаний мазута газового конденсата Сургутского ЗСК исследовали возможность его безостаточной переработки с использованием технологии кавитационной конверсии. Эта технология (процесс ТЕРМАКАТ) состояла из методов и устройств кавитационно-акустического воздействия (рисунок В.5, Приложение В).

В результате были получены дизельные и бензиновые дистилляты, составляющие 60-76 % мас. и до 12-18 % мас., соответственно. А образующийся остаток составляет до 4-8 % мас. классифицируется как неокисленный дорожный битум. Однако применяемые процессы термоконверсии и термополиконденсации нельзя проводить в одном реакторе, так как это не позволяет одновременно обеспечить как благоприятное качество битума, так и максимальный выход дистиллятных фракций [20].

Известен способ переработки стабильного газового конденсата, включающий атмосферную перегонку с получением сжиженного газа, дистиллятов: легкой нефти, тяжелой нефти, керосиновой фракции (топлива для реактивной авиации марки JetA-1), дизельного топлива (соответствующего нормам класса 3) и остатка, соответствующего судовому

топливу [16]. Недостатком этого способа является низкое получение дистилятных фракций из стабильного газового конденсата, выкипающих до 360 °С – менее 86 %.

Способ переработки стабильного газового конденсата, предложенный в [15], включает атмосферную перегонку стабильного газового конденсата с получением сжиженного газа, дистилятных фракций и остатка атмосферной перегонки, крекинг остатка атмосферной перегонки, отличающийся тем, что гидрокрекинг предварительно утяжеленного остатка атмосферной перегонки с получением газа, дистилятных фракций (фр. 360 °С), которые подвергают вакуумной перегонке с получением вакуумного газойля гидрокрекинга – судового топлива и тяжелого остатка гидрокрекинга, при этом тяжелый остаток гидрокрекинга частично рециркулируют в сырье гидрокрекинга (рисунок В.6, Приложение В).

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом: стабильный газовый конденсат 1 (имеет следующие характеристики: плотность при 20 °С – 753,4 кг/м³; кинематическая вязкость при 20 °С – 1,08 мм²/с; содержание серы– 0,0197 % мас.; суммарный выход фракций, выкипающих до 360 °С – 92 %) подвергают атмосферной перегонке (АТ) с получением сжиженного газа 2, дистилятов: нефти легкой 3, нефти тяжелой 4, керосиновой фракции 5, дизельного топлива 6 и остатка атмосферной перегонки 7. Далее остаток атмосферной перегонки 7 направляют на гидрокрекинг (ГК) с последующим разделением на газы 2, дистилятные фракции (3, 4, 5, 6) и остаток гидрокрекинга 8, который подвергают вакуумной перегонке (ВП). Остаток гидрокрекинга 8 подвергают вакуумной перегонке (ВП) при давлении не более 100 мм. рт. ст. (абс), с получением вакуумного газойля гидрокрекинга 9 – судового топлива с содержанием серы менее 50 мг/кг и с концом кипения 410-460 °С, преимущественно 430 °С, который определяется, исходя из требований к низкотемпературным свойствам, предъявляемым к судовым

топливам, и тяжелого остатка гидрокрекинга 10 с началом кипения 410-460 °С, преимущественно 430 °С.

Тяжёлый остаток гидрокрекинга 10 выводится из системы отдельным потоком в количестве от 0,5 до 20 % к сырью гидрокрекинга (в пересчете на остаток атмосферной перегонки), а балансовая часть тяжёлого остатка гидрокрекинга 11 используется в качестве рециркулята в процесс гидрокрекинга. Вакуумный газойль гидрокрекинга, полученный предлагаемым способом, соответствует требованиям, установленным к судовым топливам, по содержанию серы (менее 0,1 % мас.) и температуре застывания (не более 30 °С). Из системы удаляют газы 2 и дистиллятные фракции 3, 4, 5, 6 атмосферной перегонки и гидрокрекинга, выкипающие до температуры 360 °С. Гидрокрекинг проводят при давлении 6-16 МПа, температуре 320-420 °С, в среде водородсодержащего газа.

Основные показатели качества судового топлива, получаемого предлагаемым способом:

- содержание серы 30 мг/кг;
- температура застывания 30 °С;
- плотность при 15 °С 847 кг/м³
- кинематическая вязкость при 50 °С 11 мм²/с;
- температура вспышки 211 °С.

Тяжелый остаток гидрокрекинга может быть использован в качестве сырья для получения базовых масел III группы, в основном, в процессах гидроизодепарафинизации. Получаемые при гидрокрекинге дистиллятные фракции, выкипающие до температуры 360 °С, состоят в основном из насыщенных углеводородов и в смеси с соответствующими прямогонными фракциями из стабильного газового конденсата позволяют при смешении увеличить выход светлых дистиллятов и улучшить их качество. Таким образом, предлагаемый способ позволяет получать судовые топлива с содержанием серы не более 50 мг/кг и температурой застывания не более 30 °С с увеличением выхода дистиллятных фракций, выкипающих до 360 °С.

Количество насыщенных дистиллятных фракций, выкипающих до 360 °С, в предлагаемом способе составляет до 95-97 %. Количество судового топлива 1,9 %, количество тяжелого остатка гидрокрекинга 0,6 %. Кроме того, предлагаемый способ по сравнению с прототипом позволяет упростить процесс переработки газового конденсата.

В статье [15] рассмотрены возможные аварийные ситуации, которые могут возникнуть при переработке газового конденсата, особенности их идентификации и оптимальные способы противоаварийной защиты. Для предотвращения данных чрезвычайных ситуаций предлагается использовать систему прогнозирования и оценки безопасности опасного производственного объекта с использованием комплексной модели безопасности.

Данная система включает рабочую станцию оператора с программным обеспечением, позволяющим строить интегрированную модель безопасности, рассчитывать показатели безопасности, риска и эффективности, сервер, сеть передачи и сбора информации, контроллеры ввода-вывода информации, коммутатор, подключенный к системе сервер АСУ ТП через локальную компьютерную сеть единой системы расчетов; инженерно-технические системы, обеспечивающие безопасную эксплуатацию объекта, связанные через модули ввода-вывода, блок сбора и обработки информации о режимах работы и параметрах технологического процесса, блок сбора и обработки информации о показателях надежности функционирования элементов РСУ, АСУ ТП, ПАЗ, технологического оборудования, блок сбора и обработки информации об опасных элементах объекта, авариях и аварийных происшествиях, база данных по проектным решениям, база данных по комплексной модели безопасности; база данных показателей надежности, база данных опасных компонентов объекта, блок моделирования, блок расчета, блок анализа и оценки результатов моделирования и расчета показателей; блок разработки альтернативных технических решений и блок принятия решений.

2 Объект и методы исследования

2.1 Объект исследования

Объектом, при проведении данного исследования, выступил процесс смешения товарных автомобильных бензинов, с использованием в качестве основных смесевых компонентов конденсатов газовых стабильных и продуктов их каталитической переработки.

Для проведения исследования и разработки рецептур смешения товарных бензинов в работе были использованы следующие сырьевые компоненты различного состава:

Основные смесевые компоненты:

- конденсаты газовые стабильные КГС 1-5;
- продукты каталитической переработки конденсатов газовых стабильных ПП КГС 1-5;

Дополнительные смесевые компоненты:

- Риформат;
- Бензин каталитического крекинга;
- Изомеризат;
- Алкилат;
- Прямогонная бензиновая фракция с пределами выкипания 62-85 °С (Прямогонная фракция 62-85);
- Толуол;
- Метилтретбутиловый эфир (МТБЭ).

2.2 Методика расчета характеристик смесевых компонентов автомобильных бензинов в программном комплексе «Compounding»

С помощью моделирующей системы «Compounding» был проведен анализ влияния состава сырьевых компонентов, поступающих на смешение, на свойства получаемых бензинов и рецептуры их смешения. Были рассчитаны свойства смесевых компонентов и на их основе были составлены количественные рецептуры смешения товарного бензина.

Программа предназначена для расчета оптимальных рецептур смешения компонентов высокооктановых бензинов с учетом предъявляемых требований нормативных документов [29].

В процессе обработки исходных данных хроматографии, данные о составе потока сводятся к набору ключевых компонентов, соотношение между которыми формирует конечное ОЧ получаемого товарного бензина. Кроме того, моделирующая система позволяет осуществить расчет ДНП и плотности.

Для расчета свойств сырьевых компонентов в моделирующей системе «Compounding» нажимаем кнопку «смешение», в открывшемся окне нажимаем «загрузить», далее выбираем компонент, для которого необходимо рассчитать свойства (рисунок 2.1).

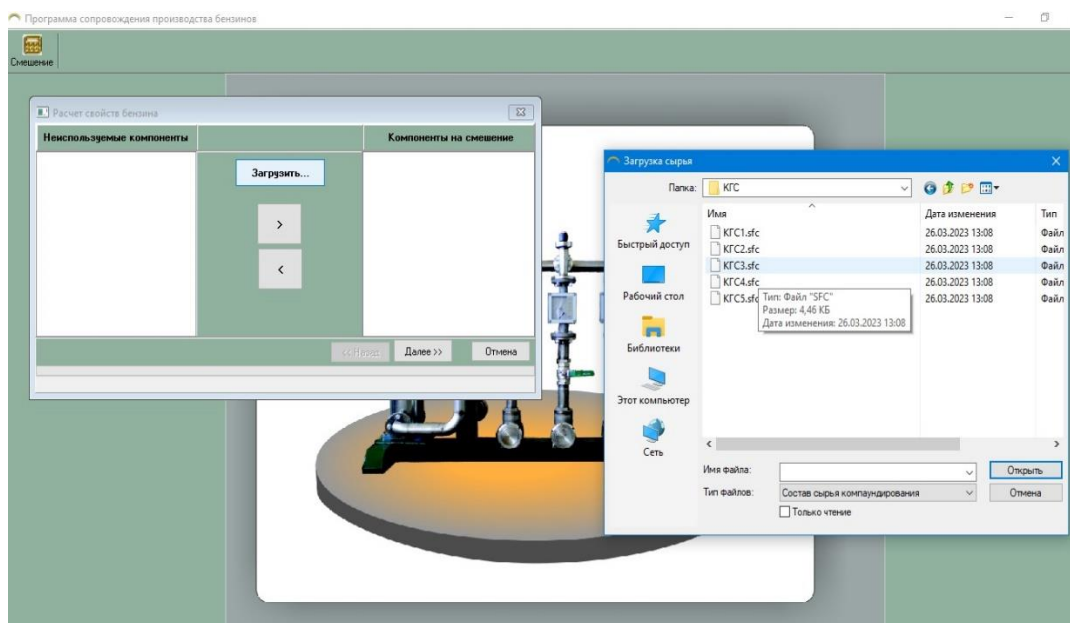


Рисунок 2.1 – Выбор исходного файла для расчета

Переносим компонент в правую часть программы, нажимаем «далее», задаем температуру и метод определения ОЧ (рисунок 2.2).

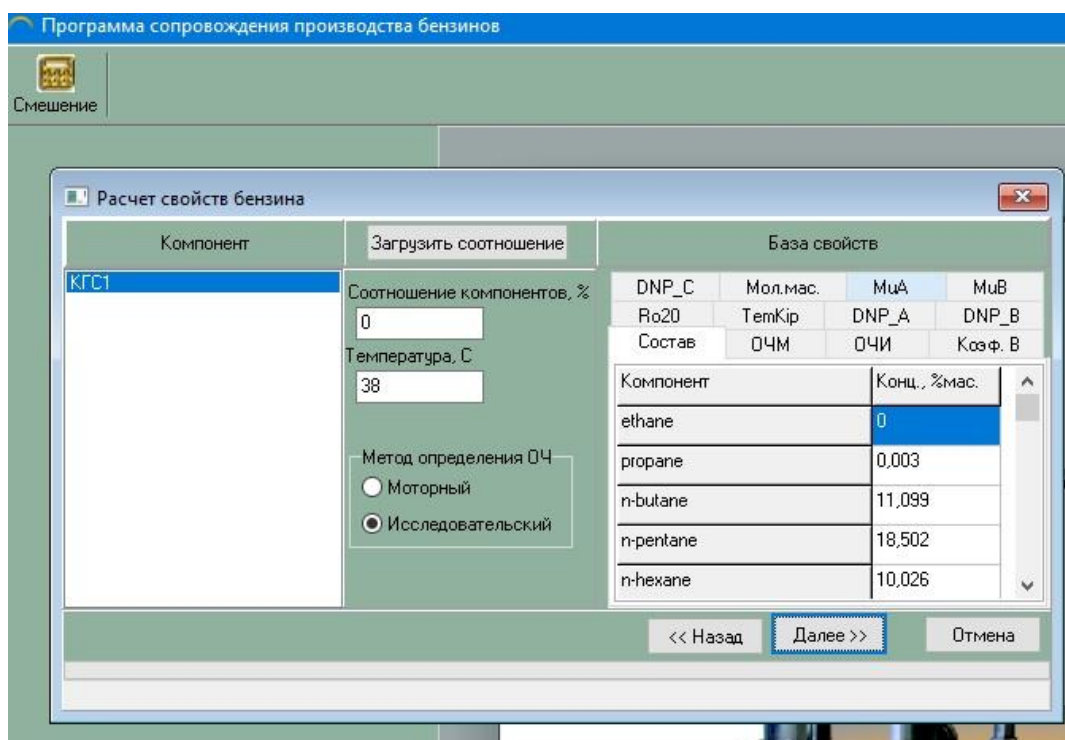


Рисунок 2.2 – Расчет свойств компонента

Нажимаем «далее» и получаем таблицу с рассчитанными свойствами сырьевого компонента (рисунок 2.3).

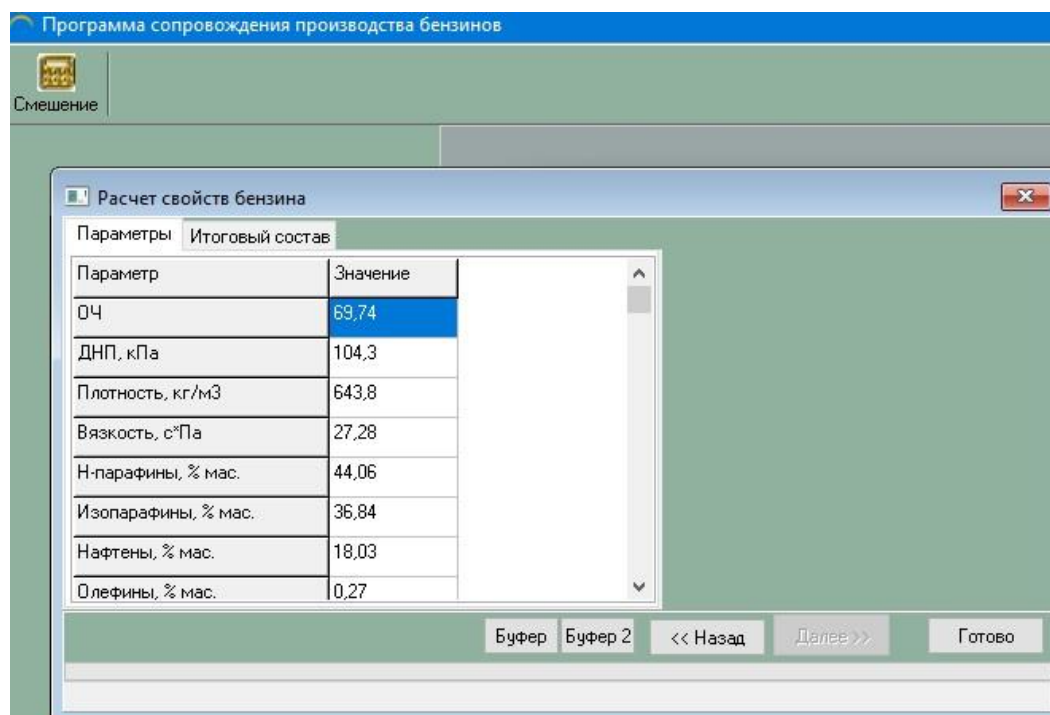


Рисунок 2.3 – Рассчитанные свойства потока

Для расчета свойств смеси компонентов нажимаем кнопку «смешение», нажимаем «загрузить» и в открывшемся окне добавляем компоненты, которые необходимо вовлечь в смешение (рисунок 2.4).

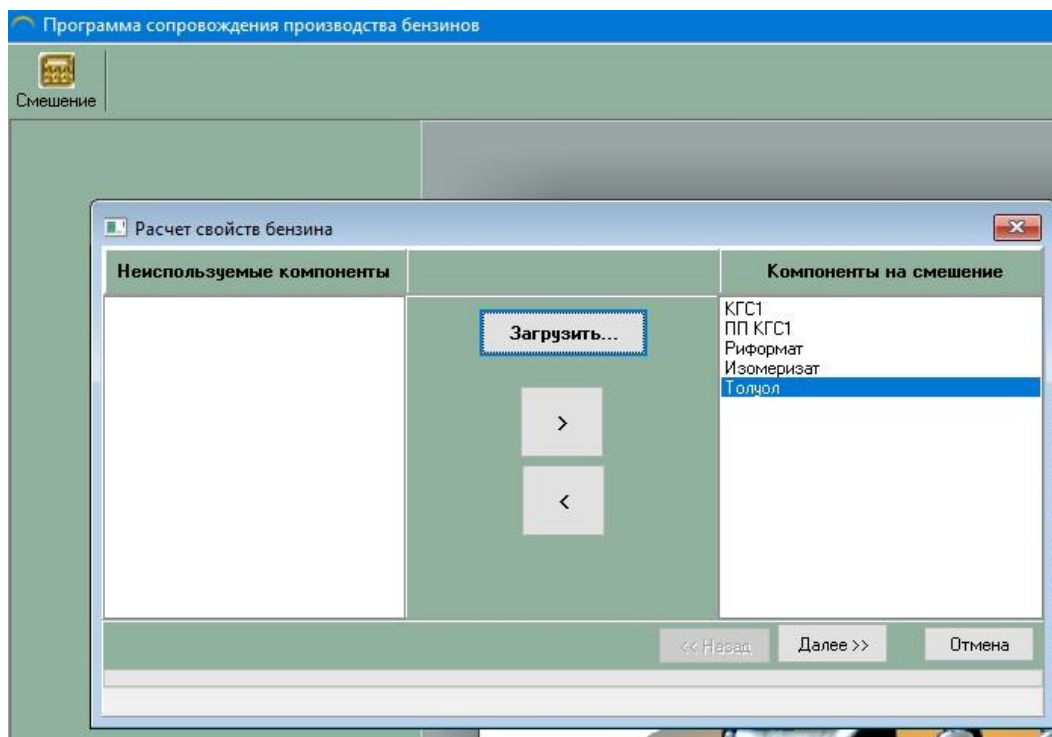


Рисунок 2.4 – Выбор смесевых компонентов

Нажимаем «далее» и задаем соотношение компонентов в смеси в % (рисунок 2.5).

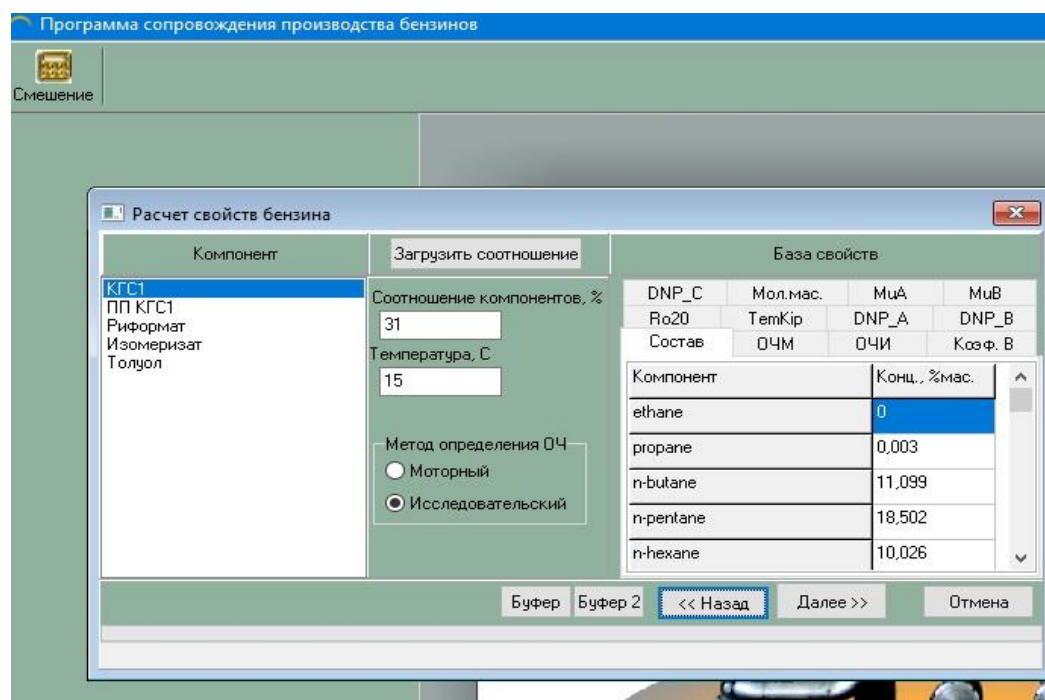


Рисунок 2.5 – Выбор соотношения компонентов в смеси

После того как задано соотношение компонентов в смеси нажимаем «далее» и получаем рассчитанные свойства смеси (рисунок 2.6).

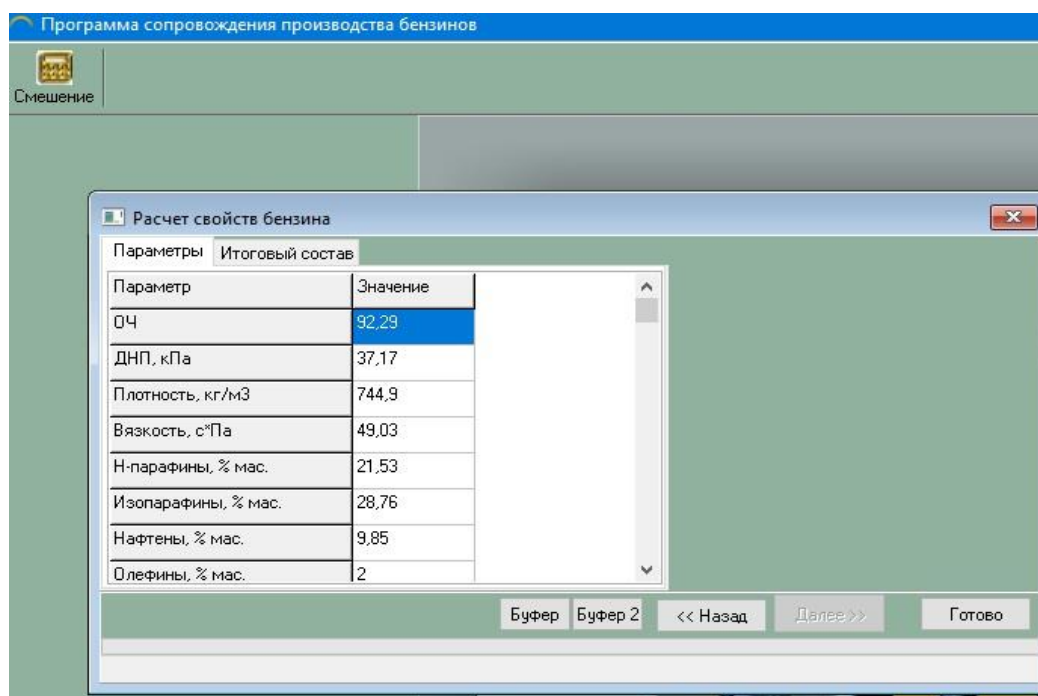


Рисунок 2.6 – Рассчитанные свойства товарного бензина

Рецептура смешения товарного бензина подбирается с учетом свойств сырьевых компонентов и требований, предъявляемых к готовому продукту на основании Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 013 2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» и ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия».

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Разрабатываемый проект направлен на исследование процесса компаундирования и последующего составления оптимальных рецептур товарного бензина с использованием конденсатов газовых стабильных и продуктов их каталитической переработки.

В настоящее время перспективность научного исследования определяется в большей степени коммерческой ценностью разработки, это является необходимым условием в процессе поиска источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологии, которые отвечают современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Данный раздел предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала разработки;
- планирование научного исследования;
- расчет бюджета научного исследования;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Сначала необходимо рассмотреть целевой рынок, провести его сегментирование для того, чтобы выявить потребителей результатов исследования. В таблице 5.1 представлена карта сегментирования рынка по виду оказываемой услуги с применением математической модели программного комплекса «Compounding».

Таблица 5.1 –Карта сегментирования

Потребитель	Вид услуги		
	Продажа программного продукта	Оказание услуг по исследованию и оптимизации	Продажа учебной версии
Образовательные учреждения			
Проектные организации			
Крупные НПЗ			
Средние НПЗ			
Мелкие НПЗ			

	- фирма А
	- фирма Б
	- фирма В

В таблице 5.1 показано, в каких нишах на рынке услуг по применению программного комплекса конкуренция наиболее низкая.

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Для детального анализа конкурентных разработок рынка требуется систематический подход, так как рынок не стабилен и подвержен постоянному движению. Системные анализы помогают вносить изменения в научные исследования. Для полного анализа нужно объективно оценить слабые и сильные стороны конкурентных разработок. Такой подход будет способствовать успешному противостоянию с соперниками.

В таблице 5.2 представлен сравнительный анализ программного продукта(п), используемого в рамках выполнения ВКР и двух других конкурентных программ AspenPIMS (κ_1) и OpenBPC (κ_2).

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _п	Б ₁	Б ₂	К _п	К ₁	К ₂
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,25	5	3	4	1,25	0,75	1
2. Удобство в эксплуатации	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
3. Универсальность	0,05	2	5	5	0,1	0,25	0,25
4. Надежность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
5. Оперативность использования	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
6. Простота эксплуатации	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	1	5	4	0,05	0,25	0,2
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	2	4	4	0,1	0,2	0,2
4. Цена	0,2	5	3	3	1	0,4	0,6
Итого	1	-	-	-	4,3	3,85	4,15

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность,

B_i – вес показателя (в долях единицы),

B_i – балл i-го показателя.

Разработанная программная среда для моделирования процесса компаундинга товарного бензина конкурентоспособна по рынку, основными преимуществами которой являются цены, простота использования и точности расчета свойств смеси, достигнутые при помощи влияния межмолекулярных взаимодействий углеводородов и других компонентов смеси.

5.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ необходим для комплексной оценки научно-исследовательского проекта. В результате анализа будут выявлены сильные и

слабые стороны проекта, рассмотрены возможности реализации, а также угрозы проекту, которые проявились или появиться в его внешней среде. На первом этапе рассматриваются сильные, слабые стороны, возможности и угрозы (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Более низкая стоимость разработки по сравнению с другими технологиями	Сл1. Отсутствие экспериментальных образцов для проведения анализа
С2. Повышение качества выпускаемого товарного бензина и оптимизация расходов компонентов	Сл2. Не универсальность использования программной среды применимо к другим задачам химической технологии
С3. Математическая модель, учитывающая межмолекулярные взаимодействия	
С4. Наличие бюджетного финансирования	
Возможности	Угрозы
В1. Использование инфраструктуры ТПУ	У1. Создание подобного программного обеспечения на рынке с большей универсальностью применения
В2. Внедрение разработанного программного обеспечения на НПЗ для оптимизации процесса компаундирования товарного бензина	У2. Применение другого программного обеспечения на отечественных НПЗ
В3. Внедрение программного обеспечения в образовательную сферу в качестве тренажера для обучения студентов	У3. Отсутствие заинтересованности предприятий по внедрению нового программного обеспечения

На втором этапе построены интерактивные матрицы возможностей и угроз, для того чтобы оценить эффективность проекта. Соотношения параметров представлены в таблицах 5.4 – 5.7.

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности и сильные стороны»

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	-	-	+
	B2	-	+	+	-
	B3	-	-	+	0

Таблица 5.5 – Интерактивная матрица проекта «Возможности и слабые стороны»

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	-
	B2	-	-	-
	B3	-	-	-

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

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	Y1	-	-	-	-
	Y2	+	-	+	-
	Y3	-	+	-	-

Таблица 4.7 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы и слабые стороны»

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		C1	C2	C3
	Y1	-	-	+
	Y2	-	-	0
	Y3	-	-	-

SWOT-анализ был проведен с помощью составления интерактивной матрицы проекта, итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Более низкая стоимость разработки по сравнению с другими технологиями С2. Повышение качества выпускаемого товарного бензина и оптимизация расходования компонентов С3. Математическая модель, учитывающая межмолекулярные взаимодействия С4. Наличие бюджетного финансирования	Слабые стороны проекта: Сл1. Отсутствие экспериментальных образцов для проведения анализа Сл2. Не универсальность использования программной среды применимо к другим задачам химической технологии
Угрозы: У1. Создание подобного программного обеспечения на рынке с большей универсальностью применения У2. Применение другого программного обеспечения на отечественных НПЗ У3. Отсутствие заинтересованности предприятий по внедрению нового программного обеспечения	Необходимо не допустить утечки исходного кода программы. Повысить гибкость использования программы на НПЗ, наладить совместимость программной среды с программным обеспечением, используемым на отечественных НПЗ.	Принимая во внимание, тот факт, что программная среда выполняет узкий спектр задач химической технологии, необходимо заблаговременно предупреждать об этом заказчиков. Параллельно с этим необходимо расширять функционал в производственных условиях действующего предприятия.

Возможности: В1. Использование инфраструктуры ТПУ В2. Внедрение разработанного программного обеспечения на НПЗ для оптимизации процесса компаундирования товарного бензина В3. Внедрение программного обеспечения в образовательную сферу в качестве тренажера для обучения студентов	Разработанный программный продукт в силу своей дешевизны, простоты использования и точности вычислений может быть с легкостью внедрен на отечественные НПЗ, он будет дополнять имеющиеся промышленные системы, наращивая при этом точность расчетов.	Необходимо избежать трудности внедрения на производства с помощью повышения универсальности моделирующей системы, а также провести подробные экспериментальные исследования образцов компонентов смешения с НПЗ и готового продукта, внести корректировки в математическую модель программной среды.
--	---	---

Анализ показал, что преимущества проекта преобладают над недостатками, некоторые недостатки не подлежат устранению, однако существуют возможности для развития проекта. Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научного исследования.

5.4 Планирование научно-исследовательских работ

5.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, а также проведено распределение исполнителей по видам работ. Планирование осуществлялось в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;

- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Бакалавр
	4	Выбор методов исследования	Бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Бакалавр, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Бакалавр
	7	Проведение эксперимента	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Бакалавр
	9	Оценка правильности полученных результатов	Бакалавр, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Бакалавр

5.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5} \quad (5.2)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i} \quad (5.3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (5.4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4,5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – общее количество праздничных дней в году .

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 5.10

Таблица 5.10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	tmin, чел-дни		tmax, чел-дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана- графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения работ	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7

6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	13,5	68,5	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 –бакалавр.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 5.11).

Таблица 5.11 – Диаграмма Ганта

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль		март			апрель			май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана графика	Научный руководитель	4												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Студент, научный руководитель	4	 											
3	Обзор научной литературы	Студент	11												
4	Выбор методов исследования	Студент	6												
5	Планирование эксперимента	Студент, научный	7												

		руководитель												
6	Подготовка образцов для эксперимента	Студент	9											
7	Проведение эксперимента	Студент	25											
8	Обработка полученных данных	Студент	18											
9	Оценка правильности полученных результатов	Студент, научный руководитель	5											
10	Составление пояснительной записки	Студент	13											



-научный руководитель



-студент

5.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Расчет затрат группируется по следующим статьям:

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

5.5.1 Расчет материальных затрат научно-исследовательской работы (НИР)

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расх\ i} \quad (5.6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении НИИ (шт., кг, м, м², и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для расчет материальных затрат используется коэффициент k_T , который принят равным 0,15, то есть на транспортные расходы приходится 15% от стоимости материалов.

Материальные затраты на приобретение картриджа для принтера HP-903XL рассчитываются по формуле(5.6):

$$З_m = (1 + 0,15) \cdot 1550 \cdot 1 = 1782,5 \text{ руб.}$$

Для остальных материалов расчет аналогичен, результаты занесены в таблицу 5.12.

Таблица 5.12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (З _м), руб.	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Картридж для принтера	шт.	1	0	1550	1550	1783	0

Ручка	шт.	1	4	30	30	35	138
Бумага	лист	50	450	1,5	1,5	86	776
Итого:						1904	914
Итого общие:						2818	

Примечание: Исп. 1 – Научный руководитель, Исп.2 – инженер.

Итого общие материальные затраты проекта составили 2818 рублей.

5.5.2 Затраты на оборудование.

Все расчеты по приобретению спецоборудования, отображены в таблице 5.13

Таблица 5.13 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Ноутбук HP	1	3	25000	25000
2	Ноутбук Lenovo	1	3	22000	22000
3	Принтер	1	3	7000	7000
4	ПО	1	3	4600	4600
Итого:		58600			

5.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данной статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих:

$$Z_{\text{зн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (5.9)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата руководителя и бакалавра рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}} \quad (5.10)$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Месячный должностной оклад работника [1, с. 40]:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (5.11)$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок; $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}} \quad (5.12)$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года (10,4):

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн (таблица 5.14).

Таблица 5.14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	118	118
- праздничные дни		

Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199

Результаты расчетов занесены в таблицу 5.15.

Таблица 5.15 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Зтс, руб	кпр	кд	кр	Зм, руб	Здн, руб	Тр, дн.	Зосн, руб
Руководитель проекта	54000	0,3	0,2	1,3	105300	5503	13,5	74290,5
Бакалавр	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1732,5	68,5	118676,3
Итого:								192966,8

5.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 13% от заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (5.13)$$

Где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

Результаты расчета занесены в таблицу 5.16.

Таблица 5.16 – Дополнительная заработная плата

Исполнители	Зосн, руб.	кдоп	Здоп, руб.
Руководитель проекта	74290,5	0,15	11143,6
Бакалавр	118676,3	0,15	17801,4
Итого:			28945

5.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражены обязательные отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений определяется по формуле [1, с. 42]:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (5.14)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды (на 2022 г. В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%).

Результаты расчетов занесены в таблицу 5.17. Таблица 5.17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Зосн, руб.	Здоп, руб.	Зобщ, руб.	квнеб, руб.	Звнеб, руб.
Руководитель проекта	74290,5	11143,6	85434,1	0,3	36773,8
Бакалавр	118676,3	17801,4	136477,7	0,3	46283,7
Итого:	192966,8	28945	221911,8	-	83057,5

5.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, определяются по формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма всех статей расходов}) \cdot k_{нр}, \quad (5.15)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент накладных расходов, принят за 0,2 (20%).

Таблица 5.18 – Группировка затрат по статьям

Статьи затрат				
1	2	3	4	5
Материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Социальные нужды	Итого без накл.
2818	192966,8	28945	83057,5	307787,3

$$З_{\text{накл}} = 307787,3 \cdot 0,2 = 61557,46 \text{ руб.}$$

5.5.7 Формирование бюджета затрат НТИ

Общий бюджет затрат НТИ представлен в таблице 5.19. В таблице также представлены затраты двух конкурирующих НТИ.

Таблица 5.19 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Текущий проект Сумма, руб.	Исп. 2 Сумма, руб.	Исп. 3 Сумма , руб.
1. Материальные затраты НТИ	2818	4815	3516
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	192966,8	312205,1	240400,5
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	28945	40586,7	31252,1
4. Отчисления в о внебюджетные фонды	83057,5	105837,5	81495,8
5. Накладные расходы	61557,46	93480,9	73246,9
Общий бюджет затрат НТИ	369344,76	556925,2	429911,3

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности НИР путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности НИР получен в результате оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

- 1) Расчет рецептур товарного бензина с помощью программной среды Aspen;
- 2) Расчет рецептур товарного бензина с помощью программной среды openBPC.

Интегральный финансовый показатель рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (5.16)$$

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

Интегральный финансовый показатель разработки равен(5.16):

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{тек.разв.}} = \frac{370235,8}{556925,2} = 0,67;$$

Интегральный финансовый показатель первого аналога равен:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{556925,2}{556925,2} = 1$$

Интегральный финансовый показатель второго аналога равен:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}} = \frac{429911,3}{556925,2} = 0,77;$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определяется по формуле [1, с. 56]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (5.17)$$

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. 5.20).

Таблица 5.20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта:

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент	Текущий проект	Исп. 2	Исп. 3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5	4	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	4	5
3. Помехоустойчивость	0,05	4	5	5
4. Энергосбережение	0,4	5	4	3
5. Надежность	0,1	4	4	5
6. Материалоемкость	0,05	3	4	5
ИТОГО	1	4,75	4,05	4,2

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 = 4,75$$

$$I_{p-исп2} = 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,05 = 4,05$$

$$I_{p-исп3} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,4 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 = 4,2$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испи}$) определяется по формуле:

$$I_{испи} = \frac{I_{p-испи}}{I_{фин.р}} \quad (5.18)$$

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{\text{р-исп1}}}{I_{\text{фин.р}}^{\text{исп1}}} = \frac{4,7\text{а}}{0,87} = 5,46$$

$$I_{\text{исп2}} = \frac{I_{\text{р-исп2}}}{I_{\text{фин.р}}^{\text{исп2}}} = \frac{4.05}{0,87} = 4$$

$$I_{\text{исп3}} = \frac{I_{\text{р-исп3}}}{I_{\text{фин.р}}^{\text{исп3}}} = \frac{4.2}{0.94} = 4.47$$

Расчет сравнительной эффективности произведен по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп}i}}{I_{\text{исп1}}} \quad (5.19)$$

Расчеты занесены в таблицу 5.21.

Таблица 5.21 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель	0,67	1	0,78
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,75	4,05	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	5,46	4,1	4,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,75	0,77

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Этим вариантом является вариант 1 (текущий проект).

Выводы по разделу

В результате решения задач раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящий и оптимальный в сравнении с другими вариантами.

2. В ходе планирования для научного руководителя и бакалавра был составлен график реализации этапа работ, с помощью которого можно оценить и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 102 дня; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта рассчитан проектный бюджет, который составляет 369344,76 руб;

4. Оценивая рассчитанные показатели, можно сделать выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,67, что является показателем того, что НИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,75, по сравнению с 4,05 и 4,2;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,46, по сравнению с 4,1 и 4,2, и является наиболее высоким, это, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

6 Социальная ответственность

Введение.

Данный раздел выпускной квалификационной работы посвящен исследованию оптимальных условий труда инженер-химика химико-аналитической лаборатории.

Разработка научного проекта связана с аналитической работой с использованием вредных веществ и материалов: газоконденсатов и реагентов, которые необходимы для проведения необходимых исследований, а также специальное лабораторное оборудование для проведения анализов.

Анализы газоконденсатов проводятся с использованием электрооборудования и легковоспламеняющихся и токсичных жидкостей, поэтому при работе в лаборатории необходимо строго соблюдать основные правила техники безопасности минимизирующих негативные последствия с точки зрения безопасности для работников, общества и окружающей среды.

Гарантии выполнения права работников на охрану труда, а также порядок регулирования отношений в области охраны труда между работниками и их работодателями, в организациях и учреждениях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности обеспечиваются рядом нормативно-правовых и законодательных актов, включая Конституцию РФ, Кодекс об административных нарушениях, Уголовный Кодекс, а также Трудовой кодекс.

Так как результаты проекта будут использоваться газоперерабатывающей промышленности, то в качестве потребителя будет выступать химическая лаборатория, для которой будет произведен анализ вредных, опасных и негативных воздействий; выявлены всевозможные риски жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, несчастные случаи на производстве и профессиональные заболевания; анализированы условия труда и охраны труда, промышленной и экологической безопасности.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Химико-аналитическая лаборатория является опасным производственным объектом, на котором производится работа с применением горючих и токсичных веществ. Существует необходимость строгого соблюдения мер безопасности, предусмотренных федеральным законом от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.07.2018) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".

Перечень обязанностей работодателя является обширным. Он должен:

- обеспечивать безопасность производственных процессов;
- создавать и поддерживать СУОТ;
- предоставлять работникам средства индивидуальной и коллективной защиты. Они должны быть сертифицированы и соответствовать государственным требованиям;
- выдавать работникам спецодежду, обувь, гигиенические и другие средства, также сертифицированные и соответствующие государственным требованиям. Выдача их обязательна работникам, трудящимся во вредных или опасных условиях, а также в условиях, характеризующихся загрязнением производственной или трудовой среды[30];
- обеспечивать условия трудовой деятельности, соответствующие требованиям охраны труда, соблюдать и не нарушать режим труда и отдыха в соответствии с нормами и требованиями в сфере трудового права, а в случае вынужденного нарушения компенсировать работникам дополнительно отработанные часы по особым тарифам;
- обучать работников безопасным методам ведения трудовой деятельности, оказывать первую помощь лицам, пострадавшим в результате аварий или инцидентов, проводить периодические, вводные и другие инструктажи, а также проверять знания работников;

-не допускать к работе лиц, не прошедших инструктажей, знания которых не проверены, а также лиц, не прошедших медосмотры, психиатрические освидетельствования [31]

Работникам, работающим и проживающим в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях, предоставляются дополнительные отпуска, устанавливаются гарантии и компенсации, предусмотренные в Законе РФ «О государственных гарантиях и компенсациях для лиц, работающих и проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях» от 19 февраля 1993 г. N 4520-1.

6.2 Производственная безопасность

Произведен анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникать при работе в химической лаборатории. В таблице 5.1 указан перечень опасных и вредных факторов характерных для проектируемой производственной среды по ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [30]

Таблица 6.1 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте химика-инженера.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Эксплуатация	Нормативные документы
1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды	+	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	+	ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений»
3. Повышенный уровень шума	+	СанПиН 1.2.3685-21
4. Опасные и вредные факторы химической природы действия	+	СанПиН 1.2.3685-21

5. Подвижные части производственного оборудования	+	ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»
6. Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	+	ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно- гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
7. Поражение электрическим током	+	ГОСТ 12.1.019-2017 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
8. Нервно-психические перегрузки	+	ГОСТ 12.0.003-2015 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

В соответствии с таблицей 6.1 проведём анализ опасных и вредных производственных факторов.

1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды.

В соответствии с пунктом 4.3 Санитарных правил микроклимат производственного помещения измеряется при помощи заранее установленных показателей. К их числу относятся такие показатели, как:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Следует отметить, что указанные показатели могут варьироваться в зависимости от определенных условий. А именно от того, в какой период года выполняется работа на измеряемом участке (в холодный или в теплый) и насколько эта работа интенсивна.

Например, если работа выполняется в холодное время года и не связана с большой энергетической тратой человеческого организма (допустим, работа оператора за компьютером), параметры микроклимата в помещении должны быть следующими: температура воздуха не менее + 22–24 °С (температура поверхностей не менее +21–25 °С, относительная влажность воздуха 60–40%, скорость движения воздуха 0,1 м/с). А если работа выполняется в теплое время года и при ее выполнении организм тратит слишком много энергии (например, работник разгружает «неподъемный» производственный инвентарь), температурная норма в помещении должна колебаться в пределах +18–20 °С (температура поверхностей не выше +17–21 °С, относительная влажность воздуха 60–40%, а скорость движения воздуха 0,3 м/с).

На рабочем месте осуществляется постоянный контроль показателей температуры и влажности воздуха с помощью термогигрометра. При необходимости проводятся проветривания помещений.

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Поскольку местом проведения работ является помещение, то возникает необходимость максимального приближения освещения к естественному солнечному свету.

Согласно ГОСТ 12.0.003.-86 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать ослепленность или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Согласно ГОСТ Р 55710-2013 для помещений лабораторий установленная норма освещенности составляет не менее 500 лк. В исследуемой химической лаборатории организовано естественное освещение через светопроемы, обеспечивающее коэффициенты естественной освещенности не ниже 1,5 %. Искусственное освещение представлено

комбинированной системой. Освещенность в химической лаборатории составляет 750 лк, что соответствует нормам.

3.Превышение уровня шума.

От уровня шума на производстве напрямую зависит здоровье рабочих и их самочувствие. Повышенные уровни шума на разных октавах могут вызывать различные отклонения в здоровье человека, от частичной потери слуха при длительном воздействии, до расстройства всего биоритма организма, при этом изменяется пульс и частота дыхания, что способствует появлению гипертонической болезни. Превышение акустического давления на высоких частотах может вызывать психические расстройства у людей, что выражается в галлюцинациях, необъяснимом паническом страхе.

В соответствии с санитарными нормами уровень шума в лаборатории не должен превышать 60 дБА. На рабочем месте исследователя уровень шума не превышает установленные нормы.

4.Опасные и вредные факторы химической природы действия.

Так как рабочее место располагается в химико-аналитической лаборатории, необходимо уделить внимание нормам ПДК вредных химических веществ. Источник возникновения фактора: работа с едкими и токсичными летучими веществами.

Воздействие фактора на организм человека. При вдыхании: тошнота, головные боли, при длительном воздействии возможно возникновение хронических заболеваний. При попадании на кожу: раздражение (нефть и нефтепродукты) или химические ожоги (концентрированные кислоты, щелочи).

Пары химических веществ могут иметь наркотический эффект (бензол, бензин), оказывать раздражающее действие (бензол, МТБЭ, толуол), вызывать поражение нервной системы (МТБЭ, толуол). Длительное воздействие паров химических веществ вызывает развитие таких болезней, как пневмокониозы,

пылевой бронхит, бронхиальная астма. Класс опасности и допустимое ПДК в воздухе рабочей зоны наиболее опасных веществ приведены в таблице 5.2

Таблица 6.2 – Характеристика применяемых химических веществ

Наименование		Бензол	МТБЭ	Толуол	Бензин
Класс опасности		2	4	3	4
Агрегатное состояние		жидкость	жидкость	жидкость	жидкость
Т, °С	кипения	80	55,2	110,6	33-205
	плавления	5,5	-108,6	-95	-
	самовоспламенения	562	-28	320	257
ПДК в воздухе рабочей зоны производственных помещений, мг/м ³		15	100	50	100

Для исключения возможности отравлений или удушья персонала необходимо обеспечивать исправное состояние и бесперебойную работу контрольно-измерительных приборов, систем автоматизации, сигнализации для контроля ПДК опасных и вредных веществ; системы производственной вентиляции.

5. Подвижные части производственного оборудования.

Источник возникновения фактора: движущиеся и подвижные части оборудования, стеклянная посуда и оборудование.

Воздействие фактора на организм человека: ушибы, глубокие порезы.

К травмированию может привести несоблюдение правил безопасности, конструктивные недостатки оборудования, неисправности защитных средств и оградительных устройств.

6. Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов.

Источник возникновения фактора: электронагревательное оборудование. Воздействие фактора на организм человека: термические ожоги.

7. Поражение электрическим током.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако возможны аварийные режимы работы оборудования.

Источник возникновения фактора: электрооборудование.

Воздействие фактора на организм человека: термические ожоги, механические повреждения тканей и органов, изменение состава крови.

Согласно классификации помещений по электробезопасности дипломный проект разрабатывался в помещении без повышенной опасности (класс 01 по ГОСТ 12.1.019–2017), характеризующимся наличием следующих условий:

- напряжение питающей сети 220 В, частота 50 Гц;
- относительная влажность воздуха не более 75 %;
- средняя температура не более 35 °С.

8. Нервно-психические перегрузки.

Источник возникновения фактора: большой объем работ, высокие требования к скорости и качеству исполнения, работа с опасными веществами, конфликты в коллективе.

Воздействие фактора на организм человека: повышенная утомляемость, раздражительность.

Меры по предотвращению воздействия вредного фактора заключаются в формировании распорядка работы и отдыха, четком распределении заданий в трудовом коллективе.

Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя.

Следует отличать средства коллективной защиты населения и трудовых коллективов от средств индивидуальной защиты.

К средствам нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест относятся устройства для: вентиляции и очистки воздуха; локализации вредных факторов; отопления; автоматического контроля и сигнализации.

К средствам нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест относятся источники света и осветительные приборы.

К средствам защиты от поражения электрическим током относятся устройства автоматического отключения; предохранительные устройства; знаки безопасности.

При работе в лаборатории должна использоваться следующая спецодежда и средства индивидуальной защиты:

- халат хлопчатобумажный;
- защитные маски, надетые поверх защитных очков;
- фартук прорезиненный;
- резиновые сапоги;
- перчатки;
- респиратор или противогаз.

Для повышения уровня безопасности на рабочем месте работников обучают оказанию первой помощи, пожарно-техническому минимуму и присваивают группу по электробезопасности. Проводят периодические проверки знаний как по вышеперечисленным курсам, так и по курсу основной профессии лаборанта. Проводится ознакомление работников с действующими

документами (инструкциями, методиками, стандартами и т. д.). На рабочем месте проводятся инструктажи вводные, первичные, повторные, целевые и внеплановые. В целях недопущения повторения аварий и происшествий, выпускают информационные листы с их подробным описанием и анализом. Периодически проводятся «Часы безопасности», посвященные определенным темам безопасной организации труда.

Перед началом работы работниками производится оценка возможных опасных и вредных факторов, в том числе проводится контроль загазованности воздушной среды. Оборудование своевременно проходит проверку (поверку, калибровку) в соответствии с установленными сроками, а также подвергается техническому обслуживанию со стороны персонала.

6.3 Экологическая безопасность

Химические лаборатории являются источниками опасного для окружающей среды мусора.

Жизненный цикл химических реактивов в лаборатории начинается поставкой необходимых веществ от фирмы – поставщика сотруднику. В процессе использования образуются загрязненные исходные материалы, побочные продукты, загрязненные растворители и реагенты, ветошь и битая посуда. Для сбора каждого типа отхода используют специальные контейнеры.

Сточные воды представляют собой любые жидкости, которые выливают в раковину. На практике они содержат водные растворы, которые предварительно нейтрализуют до pH от 6 до 8, и не должны содержать тяжелых металлов. В процессе утилизации сточных вод должны соблюдаться предельные концентрации, принятые для бытовых сточных вод. Основные параметры, существенные для качества сточных вод:

- величина pH в интервале (6,5–8,5) ед;
- температура не более 35 °С;

– токсичность сточных вод должна быть меньше такой, при которой вещество воздействует на биологические процессы на станциях водоочистки, переработки или и его утилизации.

Воздействие на атмосферу от химической лаборатории незначительно, так как отсутствуют объемные выбросы газообразных веществ.

Правовую основу охраны окружающей среды и обеспечения необходимых условий жизнедеятельности составляют: Закон РСФСР "Об охране окружающей природной среды"; Водный кодекс РФ; Земельный кодекс РСФСР; Законы РФ "О недрах", "Об экологической экспертизе", "Об охране атмосферного воздуха".

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятными источниками несчастных случаев являются: неумелое обращение с химическими веществами (отравление, химические ожоги, пожары, взрывы), с электрическими приборами (поражение электрическим током, термические ожоги и травмы), а также с лабораторной посудой (порезы и т. д.). Именно правильная организация и охрана труда, строгое соблюдение правил работы и мер безопасности, соблюдение трудовой и учебной дисциплины позволяют полностью исключить возможность несчастных случаев и аварий в лабораториях.

Пожарную опасность могут создать электрический ток, искрение, перегрев при плохом соединении проводов, а так же короткое замыкание. Часто пожары в химических лабораториях возникают в результате работы с огнеопасными веществами; к ним относится большое число органических растворителей и взрывчатые вещества. Такие вещества требуют осторожности не только при работе с ними, но и при хранении их на складах.

Меры по предупреждению пожара. Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

В каждой лаборатории должна быть составлена инструкция по пожарной безопасности, в которой указываются обязанности каждого работника по предупреждению пожаров и принятию необходимых мер к быстрой их ликвидации. Инструкция вывешивается во всех помещениях лаборатории на видном месте.

В целях предупреждения пожаров и взрывов в лабораториях и на складах химических реактивов должен быть вывешен перечень химических веществ и материалов, совместное хранение которых не допускается.

Раздельно необходимо также хранить реактивы, способные при горении выделять токсичные пары и газы, затрудняющие процессы тушения и эвакуацию находящихся в помещениях материальных ценностей, а также те, для которых нельзя использовать одинаковые средства пожаротушения.

В помещении лаборатории должны быть первичные средства пожаротушения[32]. К ним относятся:

- переносные и передвижные огнетушители (углекислотные, порошковые);
- пожарные краны и средства обеспечения их использования;
- пожарный инвентарь (ломы, багры пожарные, лопаты, емкости для воды и ящики для песка, ведра и ручные насосы и т.д.).
- противопожарное полотно для изоляции очага возгорания.

При выборе средств ликвидации пожаров необходимо учитывать химические превращения, которые могут произойти в условиях повышенной температуры.

Действия в результате возникновения пожара и меры по его ликвидации.

Последовательно ликвидации пожаров в химической лаборатории:

- немедленно сообщить по телефону 01 пожарному посту (команде) о возгорании или включить пожарную сигнализацию;

- перекрыть магистральные вентили, краны газовой сети, вентиляции, обесточить электропроводку;
- удалить из лаборатории в безопасное место все огне- и взрывоопасные вещества;
- воспользоваться средствами ликвидации пожаров в химической лаборатории для тушения пожара.

Выводы по разделу

В разделе были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, нормы трудового законодательства, а также требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя.

Произведен анализ вредных и опасных факторов, значения регламентируемых показателей соответствуют нормативным. В случае несоответствия показателей предусмотрены коллективные и индивидуальные средства защиты.

Проанализировано возникновение возможных чрезвычайных ситуаций при эксплуатации установки и определены мероприятия по предотвращению

Список использованных источников

1. Методы изготовления топлива URL: <https://petrolcards.ru/articles/kak-delayut-benzin-iz-nefti/>.
2. Переработка газового конденсата URL: <https://neftegaz.ru/science/booty/332025-pererabotka-gazovogo-kondensata/>.
3. Бекиров Т.М. Технология обработки газа и конденсата: учебное пособие / под ред. Т.М. Бекирова, Г.А. Ланчаков. – М.: Недра, 1999. – 485 с.
4. Мишин В.М. Переработка природного газа и конденсата: учебное пособие / под ред. В.М. Мишина. – М.: Академия, 1999. – 488 с.
5. ГОСТ Р 54389-2011 «Конденсат газовый стабильный. Технические условия». – Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 августа 2011 г. № 247-ст. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 15 с.
6. ГОСТ 2177-99 (ИСО 3405-88) «Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава». – Введен в действие протоколом Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 28 мая 1999 г. № 5. – Москва: Стандартинформ, 2021. – 25 с.
7. ГОСТ 11851-2018 «Нефть. Метод определения парафина». – Введен в действие протоколом Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 27 июля 2018 г. № 110-П. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 21 с.
8. ГОСТ 1756-2000 (ИСО 3007-99) «Нефтепродукты. Определение давления насыщенных паров». – Введен в действие протоколом Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации от 22 июня 2000 г. № 17. – Москва: Госстандарт России, 2000. – 19 с.
9. ГОСТ Р ИСО 3675-2007 «Нефть сырая и нефтепродукты жидкие. Лабораторный метод определения плотности с использованием ареометра». – Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 сентября 2007 г. № 225-ст. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 14 с.

10. ГОСТ Р 51947-2002 «Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии». – Введен в действие Постановлением Госстандарта России от 9 октября 2002 г. № 368-ст. – 13 с.

11. Гуреев А.А. Автомобильные бензины. Свойства и применение: Учебное пособие для вузов / под ред. А.А. Гуреев, В.С. Азев. – М.: Нефть и газ, 1996. – 444 с.

12. Новости химической промышленности: данные Росстата «Объемы нефтепереработки России в 2022 году» [Электронный ресурс]: URL: <https://www.himonline.ru/>.

13. ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» – Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1864-ст введен в действие с 1 января 2015 г.

14. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 013 2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту». – УТВЕРЖДЕН Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 года N 826.

15. Афанасьев А.И. Технология переработки природного газа и конденсата / А.И. Афанасьев: Справочник: В 2 ч. – М.: ООО «НедраБизнесцентр», 2002. – Ч. 1., 517 с.

16. Батыров Н.А. Нефтегазопереработка / Н.А. Батыров, И.Д. Мингалимов. – Уфа: Издательство ГУП ИНХП РБ. – 2014. – С. 12-1.

17. Бакаленко А.С. Обеспечение безопасности процесса переработки газового конденсата / А.С. Бакаленко, О.В. Шингаркина // Техника. Технологии. Инженерия. – 2019. – № 1 (11). – С. 31-37.

18. Азнабаев Ш.Т. Перспективы переработки остатков газоконденсатных месторождений для получения компонентов базовых масел

/ Кривенко Е.С., Ханов А.Р., Исхаков И.И. Азнабаев Ш.Т. Современная наука. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – 220 с.

19. Ангели Е.А. Улучшение низкотемпературных свойств рафинатов с целью получения индустриальных масел/ Е.А. Ангели, А.Р.Ханов, Ш.Т. Азнабаев, Р.Р. Фасхутдинов // Башкирский химический журнал. – 2018. – Том 25. – № 2. – С. 114-119.

20. Курочкин А.К. Кавитационная конверсия мазута газовых конденсатов в дизельно-бензиновые дистилляты / А.К. Курочкин, Н.В. Мотин // Сфера. нефть и газ. – 2018. – № 2 (64). – С. 64-74.

21. Нигметов Р.И. Об облагораживании высокосернистого мазута астраханского газового конденсата / Нигметов Р.И., Нурахмедова А.Ф., Попадин Н.В. // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2017. – № 1 (63). – С. 32-36.

22. Пыхалова Н.В. О способах углубления переработки газоконденсатного сырья / Н.В. Пыхалова, А.Р. Рамазанова, А.И. Кайралиева // Вестник АГТУ. – 2005 – № 6 – С. 89-93.

23. Состав газоконденсатов Астраханского и Карачаганакского месторождений /С.Х. Айгистова, А.Н. Садыков, Д.Ф. Фазлиев и др.//Газовая промышленность. – 1983. – № 8. – С. 30-31.

24. Тараканов Г.В. Концептуальные основы низкзатратной технологии производства судовых топлив из сернистого газового конденсата / Г.В. Тараканов, А.Р. Рамазанова, И.В. Савенкова, Н.В. Попадин // Нефтегазовый комплекс: проблемы и инновации. – Самарский государственный технический университет. – 2017. – 83 с.

25. Тараканов Г.В. Основные технологические принципы производства судовых топлив для рыбопромыслового флота из газового конденсата / Г.В. Тараканов, А.Р. Рамазанова, И.В. Савенкова // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. – 347 с.

26. Тараканов Г.В. Перспективные направления глубокой переработки газовых конденсатов / Тараканов Г.В., Нурахмедова А.Ф., Рамазанова А.Р., Савенкова И.В. // Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России. – 2018. – С. 122-126.

27. Фасхутдинов Р.Р. Современное состояние газоконденсатного сегмента промышленности и способы увеличения глубины переработки газоконденсатного сырья / А.Р. Ханов, Е.А. Ангели, Л.А. Насырова, Р.Р. Фасхутдинов // Современные проблемы истории естествознания в области химии, химической технологии и нефтяного дела. – Уфа: изд-во «Реактив», 2017. – 240 с.

28. Моделирование процесса приготовления товарных бензинов на основе учета реакционного взаимодействия углеводородов сырья с высокооктановыми добавками / М.В. Киргина, Э.Д. Иванчина, И.М. Долганов, Ю.А. Смышляева, А.В. Кравцов, Фан Фу // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2012. – № 4. – С. 3-8.

29. Научная электронная библиотека «Compounding» URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43889021>.

30. Охрана труда производства URL: <https://tehnoprogress.ru/ohrana-truda-na-predpriyatii/>.

31. Трудовой кодекс «Статья 209 ТК РФ. Основные понятия» URL: <https://www.zakonrf.info/tk/209/>.

32. Виды пожарного оборудования и инвентаря: основные технические требования URL: <https://alekstroy.com/protivopozharnyy-inventar-ego-vidy-i-pravila-ekspluatatsii/>.

Приложение А

Таблица А.1 – Технические требования, предъявляемые к КГС

Наименование показателя	Значение для группы	
	1	2
Давление насыщенных паров, кПа (мм. рт. ст.), не более	66,7 (500)	
Массовая доля воды, %, не более	0,5	
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,05	
Массовая концентрация хлористых солей, мг/дм ³ , не более	100	300
Массовая доля серы, %	Не нормируют. Определение по требованию потребителя	
Массовая доля сероводорода, млн ⁻¹ (ppm), не более	20	100
Массовая доля метил- и этилмеркаптанов в сумме, млн ⁻¹ (ppm), не более	40	100
Плотность при 20 °С, кг/м ³ при 15 °С, кг/м ³	Не нормируют. Определение по требованию потребителя	
Выход фракций, % до температуры, °С: 100 200 300 360		
Массовая доля парафина, %		
Массовая доля хлорорганических соединений, млн ⁻¹ (ppm)		

Таблица А.2 – Требования, предъявляемые к показателям качества
автомобильным бензинам согласно ГОСТ 32513-2013

Показатель качества	Марка			
	АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98
Октановое число, не менее				
моторный метод	76,0	83,0	85,0	88,0
исследовательский метод	80,0	92,0	95,0	98,0
Содержание свинца, г/дм ³ , не более	0,010			
Содержание фактических смол, мг/100 см ³ , не более	5,0			
Индукционный период бензина, мин, не менее	360			
Массовая доля серы, % не более	0,05			
Объемная доля бензола, % не более	5			
Испытание на медной пластинке	Выдерживает, класс 1			
Внешний вид	Чистый, прозрачный			
Плотность при 15 °С, кг/м ³	700-750	725-780		

Таблица А.3 – Характеристики испаряемости бензинов

	КЛАСС					
	A	B	C и C1	D и D1	E и E1	F и F1
Давление насыщенных паров, кПа (мин-макс):						
в летний период	35-80					
в зимний период и межсезонный	35-100					
Фракционный состав:						
Объемная доля испарившегося бензина в % при температуре:						
70 °С	15-48	15-50				
100 °С		40-70				
150 °С, не менее		75				
Конец кипения в °С не выше		215,0				
Объемная доля остатка в колбе, % не более		2,0				
Максимальный индекс паровой пробки (ИПП)	—	Для C1, D1, E1, F1 – 1350				
Классы топлива: летние – A, B; зимние – C, D, E и F, межсезонные – C1, D1, E1, F1						

Приложение В

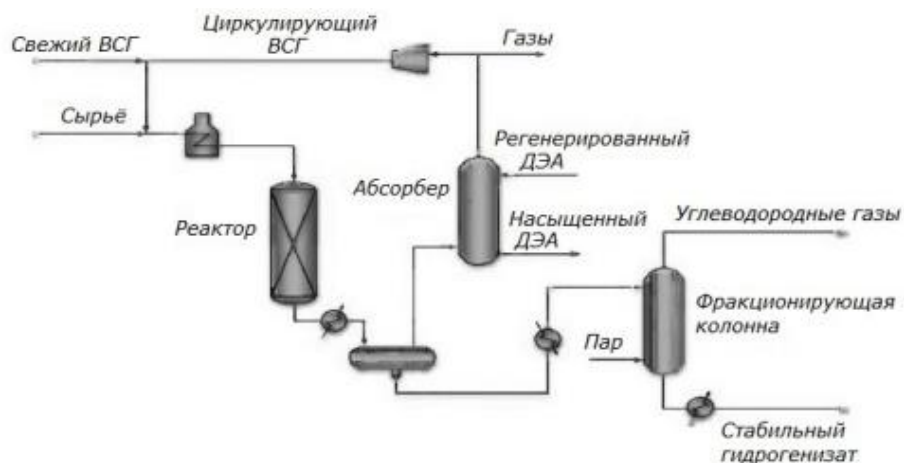


Рисунок С.1 – Принципиальная технологическая схема установки каталитической гидрогенизации тяжелого углеводородного сырья

ВСГ – водородсодержащий газ; ДЭА – диэтанолламин

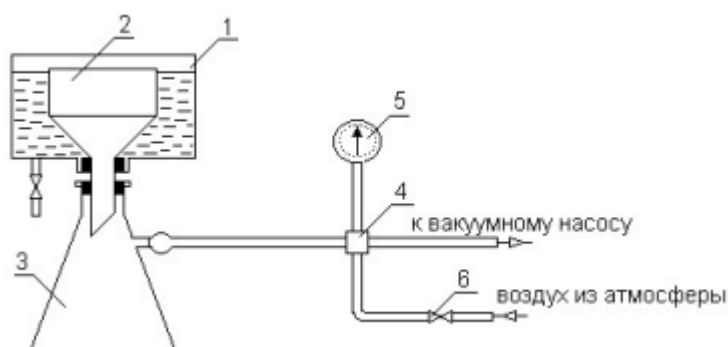


Рисунок В.2 – Установка для фильтрации сырьевой суспензии

1 – кожух; 2 – воронка Бюхнера; 3 – колба Бунзена; 4 – четырехходовой кран;

5 – мановаку-умметр; 6 – регулирующий вентиль (зажим)

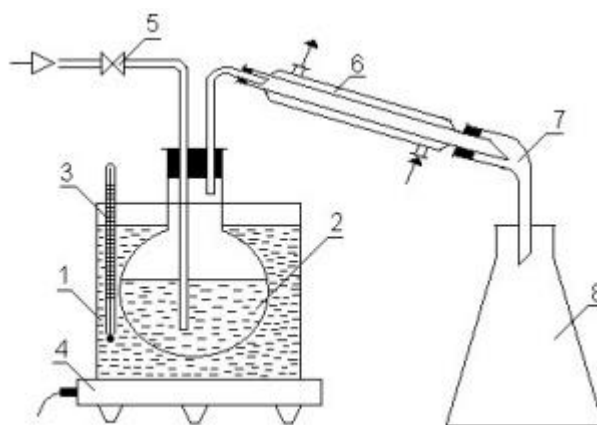


Рисунок В.3 – Установка для регенерации растворителя из фильтрата

1 – масляная (глицериновая) баня; 2 – колба с фильтратом; 3 – термометр;
 4 – электроплитка; 5 – регулирующий вентиль (зажим) на линии подачи инертного газа из баллона; 6 – водяной холодильник; 7 – аллонж;
 8 – приемник для регенерированного растворителя

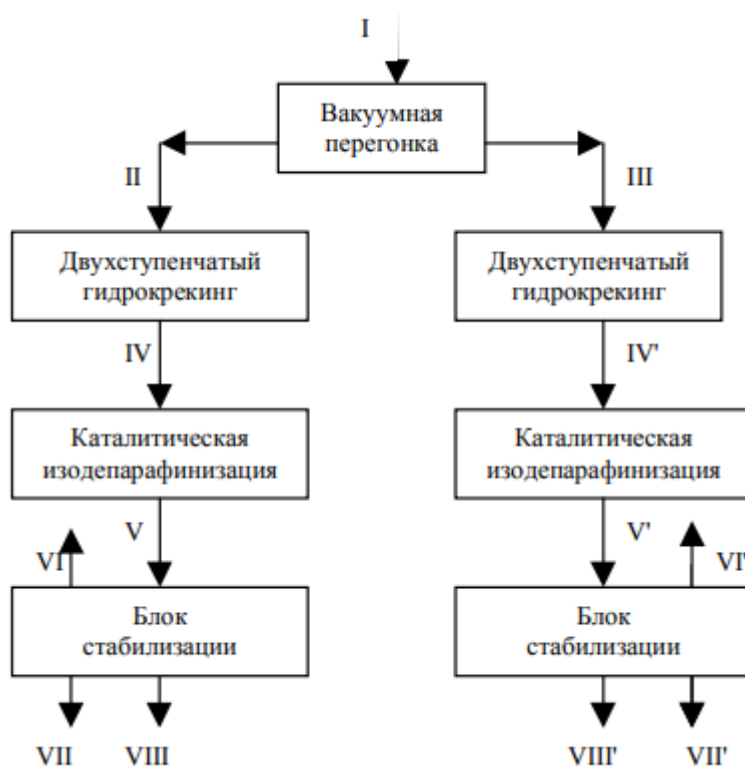


Рисунок В.4 – Принципиальная схема производства базового масла с использованием каталитической изодепарафинизации

I – мазут АГК; II – фракция 350-420 °С; III – фракция 420-500 °С; IV, IV' – гидрогенизат;
 V, V' – гидроизодепарафинизат; VI, VI' – углеводородные газы;
 VII, VII' – топливные фракции; VIII, VIII' – компонент масла

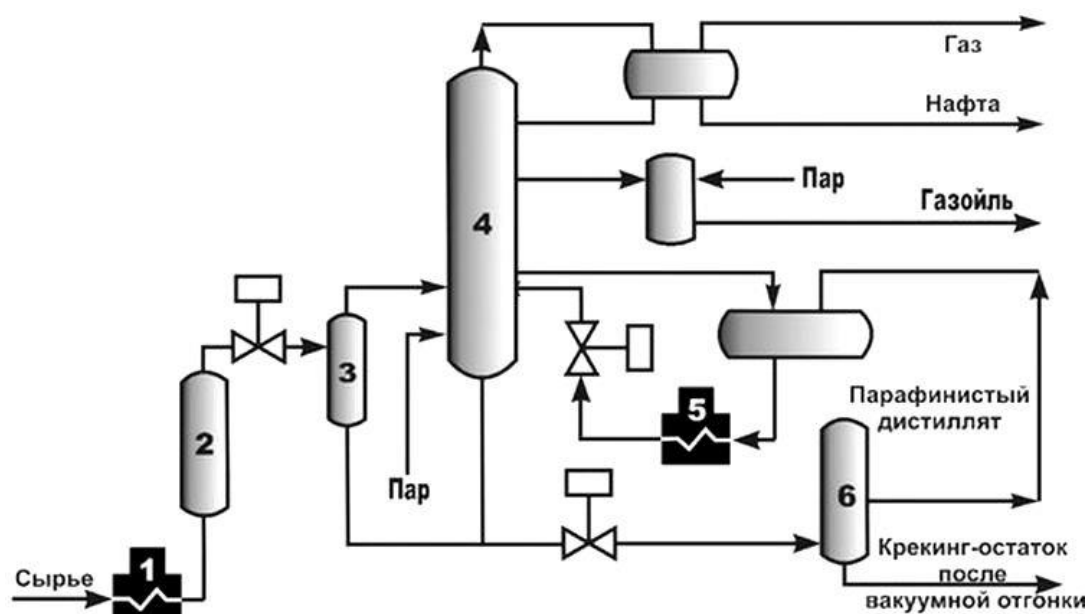


Рисунок В.5 – Установка глубокой термической конверсии тяжелых нефтяных остатков

1 – печь крекинга тяжелого остатка, 2 – сокинг-камера, 3 – циклон,
4 – атмосферная колонна, 5 – печь крекинга парафинистого дистиллята,
6 – вакуумная колонна

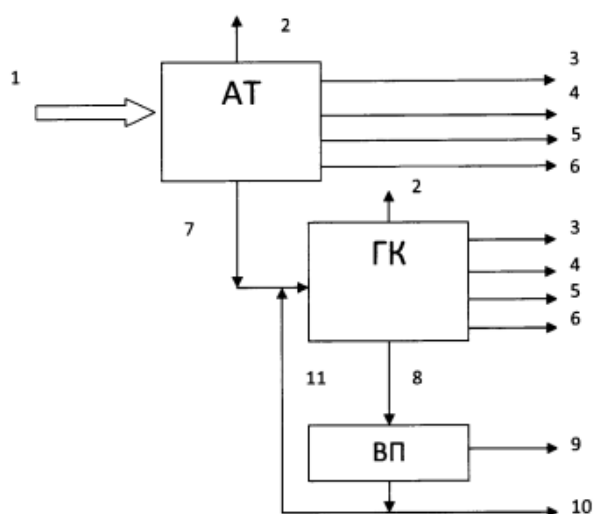


Рисунок В.6 – Способ переработки стабильного газового конденсата