

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 ООП Химическая технология переработки нефти и газа
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Определение оптимальной технологии тонкой очистки газов перед сжижением

УДК 665.612.3.074

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Адмайкин Данил Дмитриевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Бешагина Евгения Владимировна	к.х.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ИШПР	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович	–		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Мойзес Ольга Ефимовна	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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 ООП Химическая технология переработки нефти и газа
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП/ОПОП
 _____ Мойзес О.Е.
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Д92	Адмайкин Данил Дмитриевич

Тема работы:

Определение оптимальной технологии тонкой очистки газов перед сжижением	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	30.01.2023 №30-98/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	01.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	Компонентный состав газа, поступающего на комплекс по подготовке сжиженного природного газа:
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i></p>	1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТСРАЛИ СПГ 1.1 Общие сведения 1.2 Способы транспортировки и хранения СПГ 1.3 Мировой рынок СПГ 2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И СЖИЖЕНИЯ ГАЗА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПГ 2.1 Технологии подготовки газа на промысле 2.2 Технологии очистки природного газа на крупнотоннажных заводах СПГ 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПЕРЕД СЖИЖЕНИЕМ 3.1 Описание технологии подготовки газа 3.2 Определение технологии очистки газа перед сжижением

	3.3 Анализ результатов и выводы 4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ 5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ 6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРИЛОЖЕНИЯ
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	—
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Финансовый менеджмент	Креницына Зоя Васильевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
—	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2023
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Бешагина Евгения Владимировна	К.Х.Н		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Адмайкин Данил Дмитриевич		

Школа: Инженерная школа природных ресурсов
 Направление: 18.03.01 Химическая технология
 Уровень образования: Бакалавриат
 Отделение школы: ОХИ ИШПР
 Период выполнения: Весенний семестр 2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Д92	Адмайкин Данил Дмитриевич

Тема работы:

Определение оптимальной технологии очистки газов перед сжижением
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	01.06.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
11.03.2023	<i>Основные теоретические положения: состав и физико-химические свойства СПГ, способы хранения и транспортировки, современное состояние отрасли, мировой рынок СПГ</i>	20
29.03.2023	<i>Литературный обзор: теоретические основы подготовки газа на месторождениях, обзор технологий подготовки и очистки газа на месторождении, технологий подготовки газа к сжижению на заводах СПГ</i>	20
11.04.2023	<i>Экспериментальная часть: определение технологии удаления кислых газов, осушки газа, удаление ртути и установки газо-фракционирования</i>	30
10.05.2023	<i>Раздел “Социальная ответственность”</i>	10
15.05.2023	<i>Раздел “Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение”</i>	10
27.05.2023	<i>Заключение</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Бешагина Е.В.	К.Х.Н		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП/ОПОП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Мойзес О.Е.	К.Т.Н.		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Адмайкин Данил Дмитриевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2Д92		Адмайкин Данил Дмитриевич	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение химической инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 Химическая технология

Тема ВКР:

Определение оптимальной технологии тонкой очистки газов перед сжижением	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования: определение технологии тонкой очистки газов перед сжижением</i></p> <p><i>Область применения: сбор и подготовка природного газа нефтегазоконденсатного месторождения Чайво</i></p> <p><i>Рабочая зона: цех подготовки газа</i></p> <p><i>Размеры помещения: 100x50 метров</i></p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: сепараторы, шлейфы, насосы, отстойники, абсорберы, разделители, задвижки, компрессоры, огневые печи, газоперекачивающий агрегат, скрубберы, фильтры, турбодетандер</i></p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: контроль технологических параметров работы процесса подготовки газа, обслуживание основных узлов подготовки газа.</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p><i>Согласно статье 224 ТК РФ работодатель обязан соблюдать ограничения на привлечение отдельных категорий работников к выполнению тяжелых работ, работ во вредных и (или) опасных условиях.</i></p> <p><i>При проектировании объектов необходимо руководствоваться "Перечнем технологического оборудования нефтедобывающей и газовой промышленности, рекомендуемым для установки на открытых площадках" НТП 1.8-001-2004 «Нормы технологического проектирования объектов газодобывающего предприятия и станции подземного хранения газа».</i></p> <p><i>СТО Газпром 18000.1-001-2014 «Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ПАО «Газпром». Основные положения».</i></p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ потенциально вредных и опасных производственных факторов; – разработка мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов. 	<p><i>Анализ потенциальных вредных и опасных факторов при проведении полевых работ на участках фонда скважин и промысла нефтегазоконденсатных месторождений.</i></p> <p><i>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.</i></p> <p><i>- Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека;</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; - Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания; - Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Эксплуатация оборудования, работающих под давлением; - Пожары и взрывы легковоспламеняющегося природного газа; - Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации	<p>Анализ воздействия на селитебную зону (выбросы паров газа при аварии и выбросах вредных веществ);</p> <p>Анализ воздействия на литосферу (твёрдые бытовые и строительные отходы, разлитие растворов и химических агентов);</p> <p>Анализ воздействия на гидросферу (промышленные стоки в сточные воды);</p> <p>Анализ воздействия на атмосферу (выбросы паров газа и метанола).</p> <p>Решение по обеспечению экологической безопасности.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации	<p>Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации оборудования кустовой площадки; Выбор наиболее типичной ЧС;</p> <p>Геологические воздействия (землетрясение, цунами, ураган и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии (выброс газа в атмосферу, отказ систем безопасности, нарушение контроля и управления оборудования, работающих под высоким давлением, пожары);</p> <p>Пожарная и взрывная опасность.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
31.01.2023	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Адмайкин Данил Дмитриевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Д92	Адмайкин Данил Дмитриевич

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОХИ
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>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ. Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности ИП 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Бюджет НИ 5. Основные показатели эффективности НИ
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	30.01.2023
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Адмайкин Данил Дмитриевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 103 с., 29 рис., 27 табл., 30 источников, 5 приложений.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, технология очистки газа, удаление кислых газов, осушка газа, осушка газа, газодифракционирование.

Объектом исследования является технология очистки природного газа на комплексах по сжижению газа.

Цель работы – определение оптимальной технологии очистки газов перед сжижением.

В ходе работы проводились (исследования, расчеты и т. п.) метод моделирования технологических процессов в среде программы Aspen HYSYS.

В результате исследования были определены технологии подготовки газа с учетом его компонентного состава и очистки от диоксида углерода и сероводорода, воды, ртути и дальнейшее разделение сырьевого газа на отдельные компоненты с целью дальнейшего сжижения метана.

Степень внедрения: результаты работы могут в дальнейшем усовершенствованы для дальнейшего применения разработанной технологии на будущих проектах по производству сжиженного природного газа.

Область применения: комплексы по подготовке сжиженного природного газа.

Экономическая эффективность/значимость работы достигается за счет точного определения расхода абсорбентов, теплоносителей и основного оборудования технологий и стоимости подготовленного газа для определения рентабельности выбранной технологии

В будущем планируется внедрение выбранной технологии на разрабатываемые проекты производства сжиженного природного газа

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

СПГ – сжиженный природный газ

ДЭГ – диэтиленгликоль

БП – буровая площадка

УКПГ – установка комплексной подготовки газа

НДЭГ – насыщенный диэтиленгликоль

РДЭГ – регенерированный диэтиленгликоль

НТС – низкотемпературная сепарация

ТДА – турбодетандерный агрегат

БПТГ – блок подготовки топливного газа

ГФУ – горизонтальная факельная установка

УСК – установка стабилизации конденсата

УРМ – установка регенерации метанола

МЭА – моноэтаноламин

ДЭА – диэтаноламин

ДГА – дигликольамин

ДИПА – диизопропаноламин

УПОГ – установка предварительного отбора газа

АВО – аппарат воздушного охлаждения

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТСРАЛИ СПГ.....	16
1.1 Общие сведения	16
1.2 Способы транспортировки и хранения СПГ	17
1.3 Мировой рынок СПГ	20
2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И СЖИЖЕНИЯ ГАЗА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПГ.....	23
2.1 Технологии подготовки газа на промысле	23
2.2 Технологии очистки природного газа на крупнотоннажных заводах СПГ	28
3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПЕРЕД СЖИЖЕНИЕМ.....	35
3.1 Описание технологии подготовки газа.....	36
3.2 Определение технологии очистки газа перед сжижением	37
3.3 Анализ результатов и выводы	52
4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	57
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	57
4.2 Производственная безопасность	58
4.3 Анализ потенциальных опасных и вредных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария).....	59
4.3.1 Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека.....	59
4.3.2 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего.....	60
4.3.3 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	63
4.3.4 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	64
4.3.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током.....	65
4.3.6 Эксплуатация оборудования, работающих под давлением	66
4.3.7 Пожаробезопасность и взрывобезопасность	67
4.4 Экологическая безопасность	69

4.4.1 Мероприятия по охране атмосферного воздуха.....	70
4.4.2 Мероприятия по охране водных объектов.....	71
4.4.3 Мероприятия по охране литосферы	71
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	71
4.6 Выводы по разделу.....	74
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	75
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективностипроведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	75
5.1.1 Анализ конкурентных технических решений	75
5.1.2 SWOT – анализ.....	77
5.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	81
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	81
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	82
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	83
5.3 Бюджет научно – технического исследования (НТИ).....	86
5.3.1 Расчёт материальных затрат НТИ (НИР)	87
5.3.2 Расчёт амортизации специального оборудования.....	87
5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	88
5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	91
5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды.....	91
5.3.6 Накладные расходы	92
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования...	93
5.5 Выводы по разделу.....	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	100

ВВЕДЕНИЕ

Известные мировые запасы нефти и газа постепенно снижаются. Мировая неопределенность в начале XXI века в области энергоресурсов привела к тому, что сегодня большую роль в этой области играет добыча природного газа и его пути реализации. Ежегодный прирост добычи природного газа составляет приблизительно 0,7 трлн м³. Основными мировыми запасами обладают Россия, США, Канада, Катар, Иран и Австралия.

Здесь возникает вопрос о удовлетворении потребности в природном газе тех стран, которые не обладают ресурсной базой. Когда строительство трубопровода от экспортера до потребителя является невозможным или затруднено различными географическими препятствиями, либо же, как часто бывает, экономически невыгодно, сжижение природного газа является ключом к решению данного вопроса.

Пластовый флюид помимо природного газа содержит в своем составе различные механические примеси, пластовую воду, жидкие углеводороды и кислые газы. Различные примеси, содержащиеся в газе, могут вызывать повреждение и износ оборудования, увеличивая тем самым капитальные вложения в обустройство как месторождения, так и заводов по сжижению. Исследование и выбор наиболее подходящей технологии очистки газа определяется эффективностью работы всего комплекса подготовки к сжижению, и, следовательно, затраты и прибыль. Проблема в подборе наиболее эффективного и одновременно наиболее экономного технологического решения сегодня является одним из самых актуальных, требуя очень глубокого и подробного анализа.

Целью данной работы является разработка математической модели процесса очистки природного газа и определение наиболее оптимальной технологии тонкой очистки природного газа перед сжижением, удовлетворяющей требованиям государственного стандарта на сжиженные газы.

Задачи:

- 1) Изучить теоретические основы о сжиженных газах;
- 2) Изучить основные технологии промышленной подготовки природного газа;
- 3) Изучить основные технологии тонкой очистки природного газа на комплексах по сжижению;
- 4) Определить оптимальную технологию и смоделировать ее с помощью компьютерной моделирующей системы.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТСРАЛИ СПГ

1.1 Общие сведения

Сжиженный природный газ (СПГ) – криогенная жидкая многокомпонентная смесь легких углеводородов, основу которой составляет метан. Физико-химические свойства СПГ варьируются от его состава, который зависит от состава пластового газа [1]. Примерный состав СПГ приведен в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Примерный состав СПГ

Компонент	СПГ, мольн. %
Метан	86,98– 99,72
Этан	0,06– 9,35
Пропан	0,0005– 2,33
Бутаны	0,0005– 2,33
Углекислый газ	–
Азот	До 1,5
Ртуть	Следы

СПГ представляет из себя не коррозионную жидкость, которая не имеет запаха и цвета. В жидком состоянии он не токсичен. Объем СПГ в 600 раз меньше, чем тот же самый природный газ, что облегчает его хранение и дает широкие возможности в способе транспорта на большие расстояния [1]. Основные физико-химические свойства СПГ приведены в ГОСТ 34894-2022 «Газ природный сжиженный. Технические условия» [4]. Однако стоит отметить некоторые свойства, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические свойства СПГ [2]

Наименование показателя, единицы измерения	Значение
Молекулярная масса, кг/кмоль	16,03
Температура кипения, К/°С	117,7/– 161,5
Температура плавления, К/°С	90,7/– 182,5
Критическая температура, К/°С	191,06/– 82,09
Критическое давление (при 20 °С), МПа	4,3
Плотность жидкости, кг/м ³	424,5
Плотность газа, кг/м ³	0,667

Температура самовоспламенения СПГ зависит от состава, обычно температура находится в пределах 540–600 °С, что несколько выше, чем у бензина или дизельного топлива, температуры самовоспламенения которых 226–471 °С

и 260-371 °С соответственно. При горении СПГ производит тепла в среднем 50,2 МДж/кг, что выше, чем при горении, например, бензина (43,4 МДж/кг). При сгорании СПГ производит лишь углекислый газ, водяной пар и некоторые продукты сгорания, поэтому использовать СПГ имеет преимущество перед другими видами топлив. Для потребителей СПГ также большое значение имеет высшая теплотворная способность – количество тепла, производимое при сжигании 1 м³ топлива при температуре 15 °С и при давлении в 1 атм [1]. Азот в его составе снижает теплоту сгорания, однако если в составе имеются тяжелые углеводороды состава C₂-C₅ повышают значение теплотворной способности.

1.2 Способы транспортировки и хранения СПГ

Чтобы сделать СПГ доступным для использования в стране, энергетические компании должны инвестировать в ряд различных объектов, которые крепко связаны и зависят друг от друга. Основные звенья традиционной цепочки поставок СПГ, включая трубопроводные соединения между этапами приведена на рисунке 1.

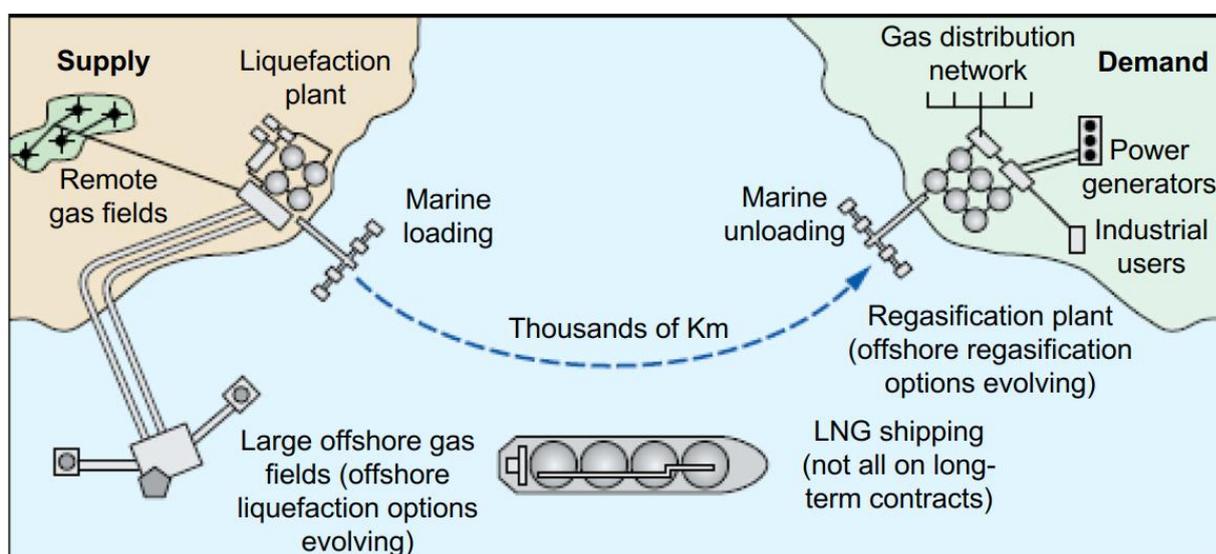


Рисунок 1 – Ключевые элементы цепочки поставки СПГ конечному потребителю

На сегодняшний день в зависимости от грузоподъемности морский танкеры СПГ делятся на такие классы:

- класс «Standart», объем танкера 125-170 тыс. м³;

- класс «Q-Flex» с объемом танкеров 210-217 тыс. м³;
- класс «Q-Max» с объемом грузовых танкеров > 255 тыс. м³.

Схема типичного танкера для транспорта СПГ изображено на рисунке 2.

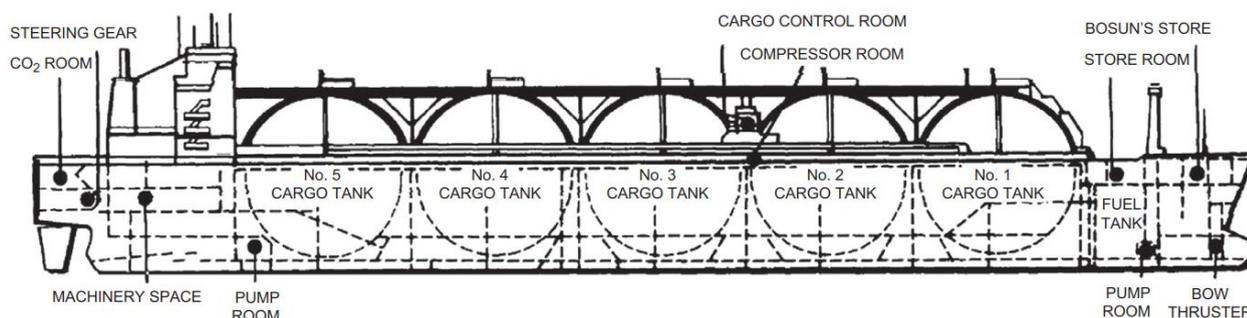


Рисунок 2 – Внутренняя часть танкера СПГ

В качестве танков используются двухкорпусные резервуары, предназначенные для хранения СПГ под давлением немного выше атмосферного при криогенной температуре (около $-166\text{ }^{\circ}\text{C}$). Как правило, данные резервуары работают под давлением 0,03 МПа при расчетном 0,07 МПа. Конструкция танка обеспечивает целостность системы и обеспечивает изоляцию для хранения СПГ. Так как изоляция не может полностью предотвратить попадание всего внешнего тепла внутрь резервуара, часть жидкости выкипает во время плавания. Испарение проходит неоднородно: компоненты с самой низкой температурой кипения (азот и метан) испаряются быстрее, чем более тяжелые. Это явление называется «старение» или выветривание, и его следствием является то, что состав СПГ становится тяжелее, а теплотворная способность и число Воббе со временем увеличивается. Для поддержания постоянного давления в резервуарах судна необходимо удалять выкипающий газ, обычно составляющий от 0,10 до 0,15 % от объема судна в день. Отходящий газ может быть использован в качестве топлива в двухтопливных двигателях судна или сожжен в ребойлерах для получения пара, или сжижен и возвращен в грузовые танки, в зависимости от конструкции судна. На рисунке 3 представлена схема резервуара, в котором находится СПГ при транспортировке.

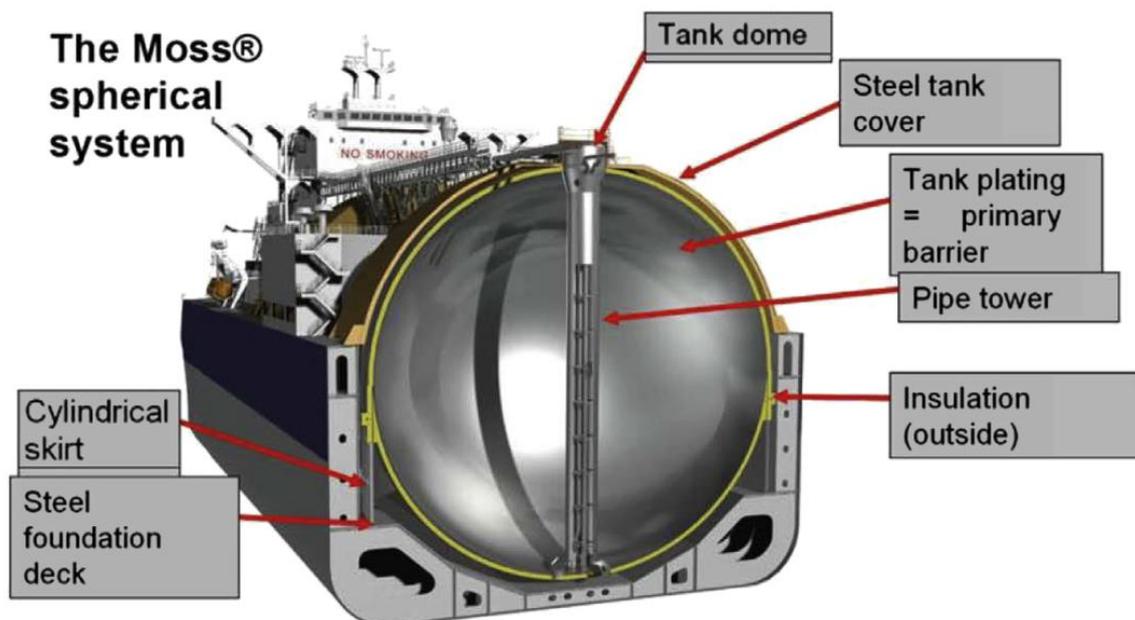


Рисунок 3 – Вставной сферический резервуар для транспортировки СПГ

Вопросы хранения СПГ подразумевают не только кратковременное и среднесрочное хранение СПГ в наземных и заглубленных резервуарах. Благодаря сжижению, природный газ можно хранить достаточно долго для использования его в период высокого потребления в тех регионах, где географические условия не подходят для развития подземного хранения или наземных резервуаров.

Наземные резервуары имеют два слоя защитной оболочки. Основной слой обеспечивается внутренним резервуаром, в котором хранится СПГ. Вторичный слой обеспечивается либо путем использования обваловки, бермы, либо путем строительства второго резервуара вокруг первого, чтобы защитить от разрушения первый. Все резервуары для хранения СПГ строятся с теплоизоляцией для минимизации теплопередачи и защиты материалы из углеродистой стали от криогенных температур. Для наземных терминалов используются в основном три типа резервуаров:

- одинарный резервуар;
- двойной резервуар;
- резервуар с двойной обечайкой.

Схема резервуара с двойной обшивкой изображен на рисунке 4.

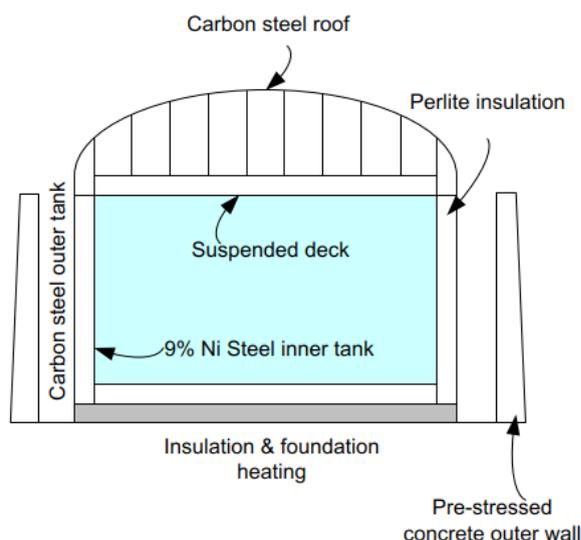


Рисунок 4 – Схема одинарного резервуара

1.3 Мировой рынок СПГ

В России вопрос получения сжиженного природного газа с каждым годом становится с каждым годом все актуальнее и актуальнее, как наиболее перспективным направлением переработки и транспорта природного газа. Рост в потреблении природного газа обуславливается не столько отсутствием или малыми запасами энергетических ресурсов в отдельных странах или регионах, сколько явными преимуществами, которыми обладает СПГ перед другими энергоресурсами:

1) СПГ имеет более высокое качество физико-химических характеристик по сравнению с газом, транспортируемым по трубопроводам, так как СПГ перед подачей конечному потребителю проходит процесс очистки газа от механических примесей, сернистых соединений, азота, ртути, тем самым повышается содержание метана в газе;

2) Отсутствие необходимости в строительстве сложных сетей магистральных и технологических газопроводов (особенно актуально, если необходимо проложить сеть через труднодоступные районы);

3) СПГ считается одним из самых экологических чистых видов топлива из-за высоко содержания метана;

4) В процессе сжижения объем исходного газа уменьшается в 600 раз, ($1 \text{ м}^3 \text{ СПГ} = 600 \text{ м}^3 \text{ природного газа}$) что позволяет доставлять его практически в любую точку мира из-за широких возможностей в логистике благодаря транспорту СПГ на специальных танкерах.

Объем торговли сжиженного газа в 2021 году составлял порядка 516 млрд м^3 , что на 513 млрд м^3 больше, чем в 70-ых годах прошлого века. На сегодняшний день основными лидерами рынка экспорта СПГ можно выделить Австралию и Катар (80,2 млн и 77,8 млн соответственно). Вместе с США (70,4 млн тонн) общий совокупный объем экспорт СПГ достигает 60 %. На Россию приходится лишь 8 % от общего мирового объема экспорта.

Вслед за ростом мощностей сжижения природного газа, который обусловлен спросом на природный газ в Европе и Азии. В 2015 г. количество танкеров, способных перевозить СПГ насчитывало 410 судна со средней емкостью в 163 813 м^3 .

За последние 5-7 лет европейский рынок увеличился на 55 % и составляет около 24 % от общего объема потребления СПГ. Такой быстрый рост стал возможен благодаря появлению в Европе таких игроков, как Польша, Мальта, Гибралтар, с учетом того, что основной импорт приходится на Францию, Великобританию, Италию, Турцию, Испанию, Нидерланды и Бельгию (Приложение А) [2].

В Азиатско-Тихоокеанском регионе наблюдается устойчивый рост производственных мощностей на 36,9 % в 2020-м по сравнению с 2015 годом, что делает его мировым лидером по количеству производств СПГ с долей мощности в 34,5 %. Также наиболее важный ресурсный потенциал природного газа заложен на Дальнем Востоке, который максимально приближен к странам АТР.

Рынок СПГ имеет тенденции к постоянным изменениям, так как на рынке сжиженного газа структура ценообразования не имеет единства, однако

производство сжиженного природного газа с каждым годом продолжает набирать обороты, в результате чего оно является перспективным направлением в формировании развитой нефтегазовой индустрии.

2 СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И СЖИЖЕНИЯ ГАЗА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПГ

2.1 Технологии подготовки газа на промысле

Природный газ добывают на газовых или газоконденсатных месторождениях, где газ, поступающий из скважин, содержит в себе, помимо легких углеводородов, углеводородный конденсат, пары воды, свободную влагу с растворенными в ней солями, механические примеси, такие как песок, глина, грунт, ингибиторы гидратообразования (как правило, метанол, либо же диэтиленгликоль (ДЭГ)), предотвращающие коррозию трубопровода и образование гидратов, и кислые газы, которые выступают источником коррозии материалов оборудования. Содержание данных веществ регламентируется СТО Газпром 089-2010 [4]. Помимо содержания тяжелых углеводородов, кислых газов, содержания воды и механических примесей, является то, что данный документ регламентирует значения точек росы по углеводородам и водной фазе.

Температура точки росы по углеводородам должна соответствовать по углеводородам – $(2\div 10)$ °С в зимнее время и $-(2\div 5)$ °С в летнее время. Температура точки росы по воде составляет $-(10\div 20)$ °С в зимнее время и $-(10\div 14)$ °С в летнее время.

Подготовка газа для сжижения начинается уже с буровой площадки (БП), где в технологический трубопровод вводят ингибиторы гидратообразования. Выбор способа осушки природного газа в целом зависит от состава добываемого газа. Природный газ, в составе которого преобладает метан (сухой газ), с содержанием более 85 % метана, подвергают осушке с использованием абсорбционной или адсорбционной осушке. При наличии в газе конденсата, его подготовка осуществляется с применением низкотемпературных процессов (низкотемпературной сепарации или абсорбции. На стадии охлаждения газа путем снижения равновесной влагоемкости осуществляется конденсация водяных паров [5].

Основная технологическая схема абсорбционной осушки газа приведена на рисунке 5. Природный газ по коллекторам от кустов газовых скважин поступает на установку комплексной подготовки газа (УКПГ), где через систему переключающей арматуры и коллектора распределяется по параллельным технологическим линиям производительностью 5-10 млн. м³/сут.

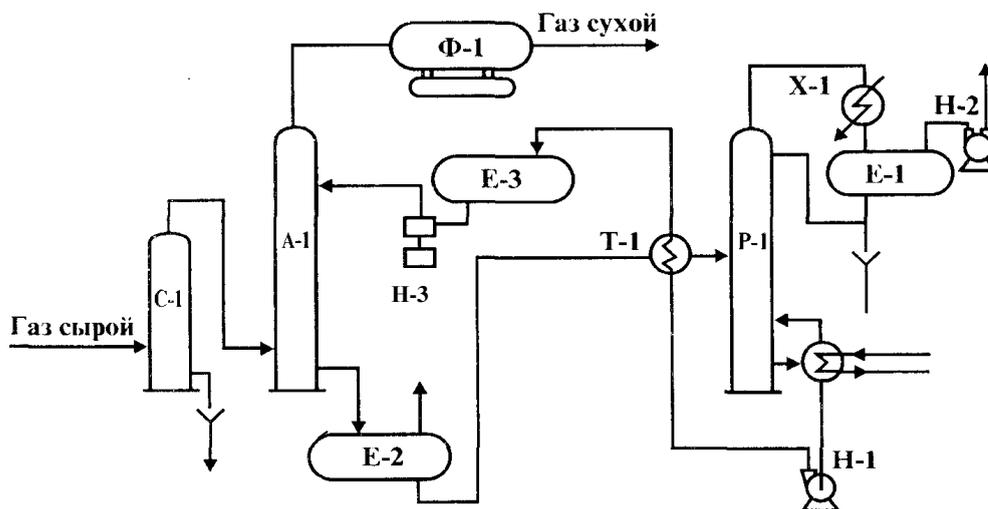


Рисунок 5 – Принципиальная технологическая схема абсорбционной осушки газа:
 С-1 – сепаратор; А-1 – абсорбер; Р-1 – колонна регенерации; Ф-1 – фильтр;
 Т-1 – теплообменник ДЭГ-ДЭГ; Х-1 – холодильник; И-1 – подогреватель;
 Е-1, Е-2, Е-3 – емкости; Н-1, Н-2, Н-3 – насосы.

На каждой технологической линии сырой газ проходит последовательно входной сепаратор С-1, где происходит отделение капельной жидкости, абсорбер А-1, в котором газ осушается, контактируя с раствором концентрированного гликоля, и фильтр Ф-1 для улавливания из потока осушенного газа мелкодисперсного гликоля, уносимого им из абсорбера в магистральный газопровод. Поток насыщенного ДЭГа (НДЭГ) из абсорбера после редуцирования поступает в емкость – выветриватель Е-1, где происходит его разгазирование – выделение газов, поглощенных раствором гликоля в процессе абсорбции. Далее выветренный НДЭГ проходит рекуперативный теплообменник Т-1 «НДЭГ – РДЭГ», подогревается в нем до температуры 125 - 130°С, за счет тепла горячего потока регенерированного гликоля (РДЭГ), выходящего с установки регенерации, после чего подается в среднюю часть колонны регенерации Р-1, где из него отгоняются пары воды и легкие углеводороды. В нижнюю часть регенерационной колонны поступают нагретые пары из испарителя И-1, где

нагрев поступающего уже предварительно отпаренного ДЭГа осуществляется острым паром, подаваемым от котельной. Такой способ регенерации НДЭГа называется паровым. Выделение отгоняемых паров воды из насыщенного ДЭГа в колонне происходит под вакуумом при давлении минус 0,6-0,7 МПа, создаваемом насосом Н-2.

Регенерированный гликоль собирается в нижней части испарителя и отбирается «горячим» насосом Н-1, который прокачивает его через теплообменник Т-3, где он охлаждается встречным потоком НДЭГа, и далее накапливается в емкости Е-3, из которой насосом вновь подается на верхнюю тарелку абсорбера [6].

Технически наиболее простым способом охлаждения газа на УКПГ при наличии перепада давлений является его изоэнтальпийное расширение. Процесс изоэнтальпийного расширения реализуется в дроссельном и эжекторном устройствах. Технология низкотемпературной сепарации (НТС) в отечественной практике используется с 60-х годов XX века на месторождениях Средней Азии, Оренбургском, Карачаганакском и др. ГКМ [7]. В настоящее время технология НТС эффективно применяется на многих газоконденсатных месторождениях Западной Сибири [8].

Технологические схемы НТС с турбодетандерным агрегатом (ТДА) в последнее время получили широкое распространение в газовой отрасли. В отечественной газовой отрасли продолжается активное внедрение ТДА в промышленные технологии подготовки газа [9].

Самым простым способом получения холода на УКПГ является изоэнтальпийное расширение газа. Этот процесс осуществляется с применением дроссельных устройств. Преимущества таких схем – их меньшая металлоемкость и высокая надежность в работе.

Величина изменения температуры газа при снижении его давления на 0,1 МПа называется коэффициентом Джоуля-Томсона. Реальные газы содержат в себе влагу и тяжелые углеводороды, которые при понижении температуры переходят в жидкое состояние, выделяя скрытую теплоту конденсации.

Поэтому в реальных условиях коэффициент Джоуля-Томсона составляет 0,15–0,25 °С. Принципиальная технологическая схема установки НТС с турбодетандером и компрессором приведена на рисунке 6 [10].

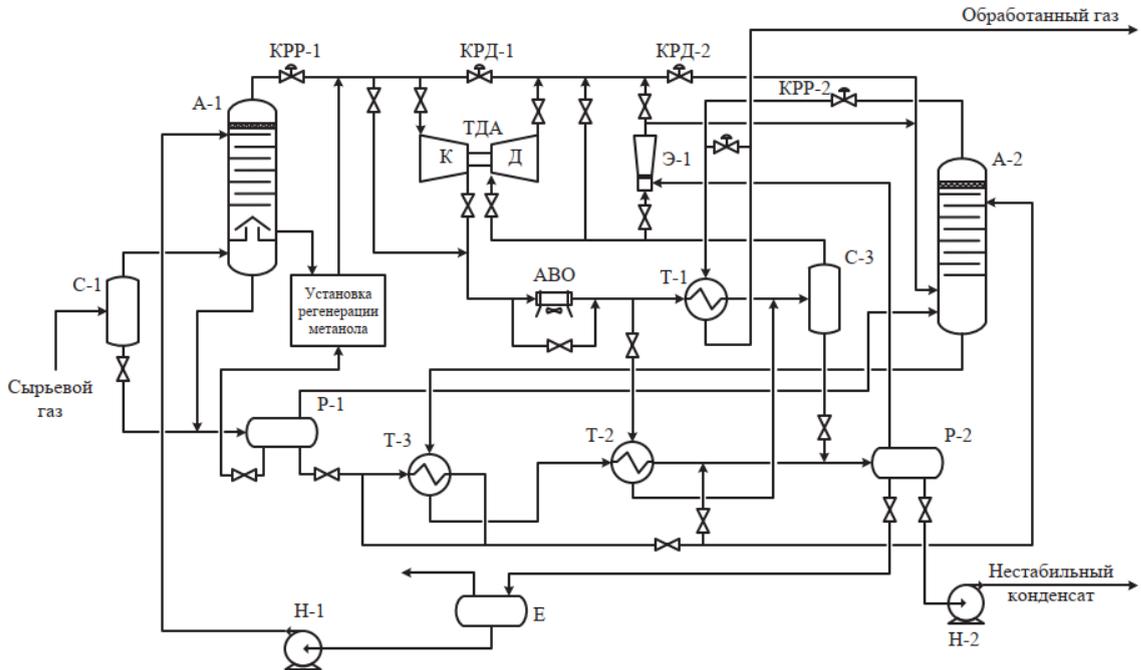


Рисунок 6 – Один из возможных вариантов технологической схемы НТС с ТДА с обвязкой по схеме «компрессор-детандер»:

С-1, С-3 – сепараторы; Р-1, Р-2 – разделители; Т-1, Т-2, Т-3 – теплообменники; А-1 – отдувочная колонна; А-2 – абсорбер; КРР-1, КРР-2 – краны-регуляторы расхода; КРД-1, КРД-2 – краны-регуляторы давления; Е – емкость; Н-1, Н-2 – насосы; Э-1 – эжектор; АВО – аппарат воздушного охлаждения; К – компрессор; Д – детандер

Технология основывается на использовании политропного, близкого к изоэнтропийному расширению газа в качестве холодопроизводящего процесса. Расширяющийся газ совершает работу, КПД которого превышает 80 %, только 15–20 % располагаемой работы переходят в теплоту (в отличие от изоэнтальпийного расширения газа в дросселирующем устройстве). Подключение турбодетандерных агрегатов на УКПГ возможно по двум схемам: «компрессор–детандер» («К–Д») или «детандер–компрессор» («Д–К»).

Технологические расчеты показывают, что при увеличении перепада давления могут быть достигнуты температуры сепарации до –55 °С. При этом выявляется различие между схемами подключения. Подключение «К–Д» обеспечивает остоянную температуру НТС около –35 °С круглогодично. Работа технологической схемы при подключении ТДА по схеме «Д–К» позволяет более полно использовать холод окружающей среды. Так, в зимний период может быть достигнута температура сепарации –50 °С, однако летом – всего лишь

–25 °С. Для УКПГ месторождений Крайнего Севера, когда холод окружающей среды используется 9 месяцев в году, среднегодовая температура сепарации по такой схеме подключения ТДА составит примерно –45 °С [8].

Помимо вышеперечисленных технологий также используется адсорбционная осушка газа, который основан на избирательном поглощении из него водяного пара, как компонента газовой смеси. Применяемые при этом адсорбенты обладают способностью при одних условиях извлекать из газа влагу и углеводороды, а при других – отдавать поглощенные компоненты, что позволяет осуществлять их регенерацию с восстановлением поглощающих свойств.

К основным промышленным адсорбентам следует отнести силикагели, синтетические цеолиты и окись алюминия. Принципиальная схема цеха адсорбционной осушки газа приведена на рисунке 7.

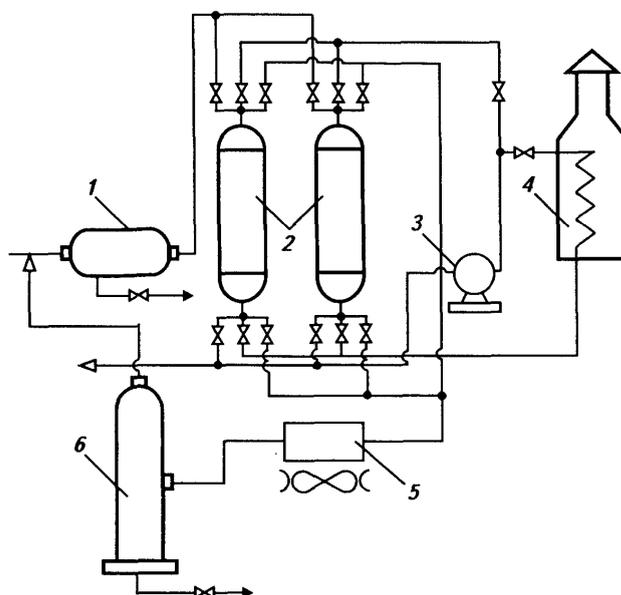


Рисунок 7 – Технологическая схема адсорбционного цеха осушки газа УКПГ:

1 – сепаратор; 2 – адсорбер; 3 – компрессор; 4 – печь огневого подогрева;
5 – АВО газа регенерации; 6 – сепаратор газа регенерации

Также в состав каждой УКПГ могут входить такие блоки, как:

- блок подготовки топливного газа (БПТГ);
- блок дренажных емкостей;
- горизонтальная факельная установка (ГФУ);
- установка стабилизации конденсата (УСК);
- установка очистки природного газа от кислых газов;
- блок газоперекачивающих агрегатов;
- блок подачи ингибитора гидратообразования;

– установка регенерации метанола (УРМ).

2.2 Технологии очистки природного газа на крупнотоннажных заводах СПГ

Завод по сжижению является важным звеном производственно-сбытовой цепи СПГ, где природный газ готовится к перевозкам на большие расстояния. Площадка для него выбирается с таким расчетом, чтобы можно было разместить крупногабаритное оборудование технологических линий и большие резервуары для хранения сжиженного природного газа. Часто в качестве площадки для размещения объектов СПГ выбираются морские порты.

Состав природного газа, а также спецификация СПГ являются основными факторами, которые определяют структуру завода СПГ. Сжижение газа с Харасавейкого месторождения требует минимальной подготовки газа, так как сырье состоит почти на 99 % из метана. Присутствие тех или иных компонентов в сырьевом газе ведет к увеличению или уменьшению капитальных вложений и эксплуатационных затрат [1].

В транспортируемом магистральном газе обычно присутствуют механические примеси (продукты коррозии трубопровода) и компрессорное масло, в котором по равновесию растворяются тяжелые углеводородные компоненты газа, вследствие чего вся жидкость или ее углеводородная часть, как правило, представляет собой загрязненную механическими примесями смесь компрессорного масла и газового конденсата. Также в газе может содержаться жидкий концентрированный гликоль, унесенный из установок подготовки газа. Поэтому на ее входе предусмотрена тонкая механическая сепарация сырьевого газа [12].

Обычно на заводах СПГ присутствуют следующие установки:

- входные пробкоуловители;
- установки очистки кислых газов;
- установка очистки газа от ртути;
- блок осушки и удаления меркаптанов;
- блок охлаждения газа;

- установка фракционирования;
- установка стабилизации конденсата;
- блок сжижения природного газа;
- система хранения и транспорта СПГ.

Типовая блок-схема завода по производству СПГ приведен на рисунке 8 [11].

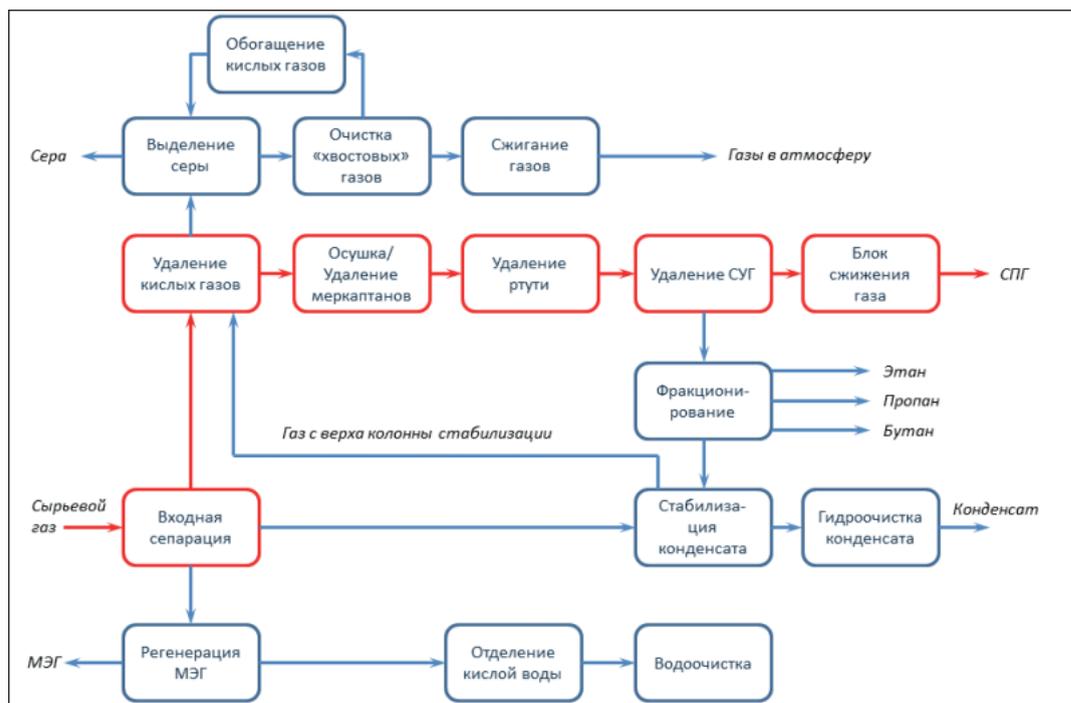


Рисунок 8 – Типовая схема завода СПГ

Удаление кислых компонентов из состава газа имеет огромное влияние на стоимость всего процесса сжижения. Это особенно важно, если газ, поступающий из магистрального трубопровода, содержит кислые компоненты в больших количествах. Выбор оптимальной технологии зависит от ряда факторов, таких как расход сырья, давление в технологической цепи, концентрация кислых газов в сырье, экологические требования. Для того, чтобы получить товарный вид СПГ не все технологии применяются в чистом виде. В некоторых случаях для высокой степени очистки применяется комбинированный метод очистки.

При химической абсорбции кислые газы растворяются в абсорбенте, и только после этого вступают с ним в химическую реакцию. Наиболее извест-

ным процессом хемосорбции является аминовая очистка. В качестве растворителей используют моноэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА), дигликольамин (ДГА) и диизопропаноламин (ДИПА). Водные растворы аминов, кроме МДЭА, не обладают высокой селективностью, удаляя из сырья сероводород (H_2S) и диоксид углерода (CO_2) [11].

Газы с низким содержанием кислых газов легко поддаются обработке, но таких газов становится все меньше. Большинство современных газовых месторождений – это месторождения с высоким содержанием кислых газов. Смешанные процессы очистки природного газа используют как физические, так и химические абсорбентов. Смешанные абсорбенты используются, когда сырьевой газ имеет большое содержание CO_2 и H_2S . При этом достигается высокая степень очистки. Именно эта особенность делает смешанный способ наиболее предпочтительным среди процессов подготовки. В качестве примера можно привести технологию компании Shell под названием Sulfinol, которая специально разработана для заводов СПГ на острове Сахалин, и применяется на соседнем проекте. Типовая схема установки очистки кислых газов приведена на рисунке 9 [12].

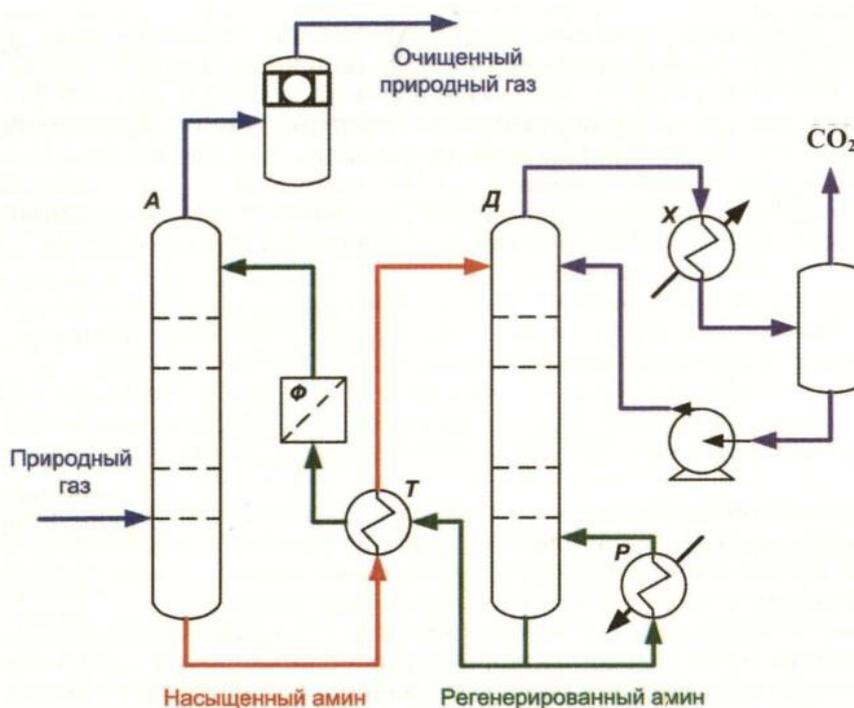


Рисунок 9 – Принципиальная схема установки аминовой очистки:
 А – абсорбер; Д – десорбер; Х – холодильник; Ф – фильтры; Т – теплообменники

Поток природного газа, поступающий из магистрального трубопровода, контактирует с регенерированным раствором амина в абсорбере А. В качестве контактного устройства используются либо тарелки, либо насадки. Проход абсорбер сверху вниз, раствор амина реагирует с кислыми газами и вступает в химическую реакцию. Насыщенный амин после нагрева в теплообменнике Т подается на регенерацию в десорбер Д [1]. В процессе десорбции получают раствор регенерированного амина и кислые газы. Далее регенерированный раствор амина подают на рецикл в абсорбер. Кислые газы после десорбера могут быть отправлены либо на факельную установку, либо на установку выделения серы (например, процесс Клауса) при высокой концентрации сероводорода в кислом газе (более 50 % объем.) или выпускают в атмосферу (высокое содержание диоксида углерода). Для улавливания механических примесей на линии циркуляции амина применяются фильтры Ф, на которые нанесен активированный уголь. На выходе потока газа с установки также должны присутствовать фильтры для улавливания частиц солей, которые образовались в абсорбере или поступили вместе с потоками газа [1].

Вторым этапом процесса очистки природного газа является установка осушки газа с использованием молекулярных сит, которая разрабатывается в соответствии с требованиями по содержанию воды и меркаптанов (R-SH). Данная установка разработана для удаления воды до значений 0,1 ppmv, и большого количества меркаптанов до 2-3 ppmv. В случае, когда необходимо удалить меркаптаны, то перед слоем адсорбента для улавливания меркаптанов, вода должна быть удалена [13].

Удаление воды и меркаптанов может быть осуществлено в одном абсорбере, где первые слои адсорбера молекулярных сит удаляют воду, а последующие – меркаптаны. Часто цеолиты марки 4А, 5А и 13Х используются для удаления воды, легких меркаптанов и тяжелых меркаптанов соответственно. Дополнительные слои адсорбентов могут также использоваться для удаления следов ртути и для защиты цеолитов от неожиданных загрязнений [14]. Типовая схема установки осушки сырьевого газа приведена на рисунке 10 [13].

Конструкция установки осушки основана на каскадном расположении адсорберов. В типовой операции, используется четыре адсорбера, при этом два из них осушают газ, поступающего с установки очистки т кислых газов, один абсорбер термически регенерируется путем десорбции поглощенных компонентов горячим газом, а последний адсорбер охлаждается перед тем, как начнется новый цикл осушки.

Практически любое производство СПГ включает в себя установку очистки природного газа от ртути, независимо от того, присутствует в данный момент ртуть в составе природного газа или нет. К тому же невозможно предсказать появление ртути в газе по мере разработки месторождения [14]. Наличие установки удаления ртути в технологической цепи обусловлено тем, что вследствие воздействия ртути на алюминиевые спиральновитые теплообменники оказывают разрушительное воздействие как для дорогостоящего оборудования, так и для человека и окружающей среды в целом.

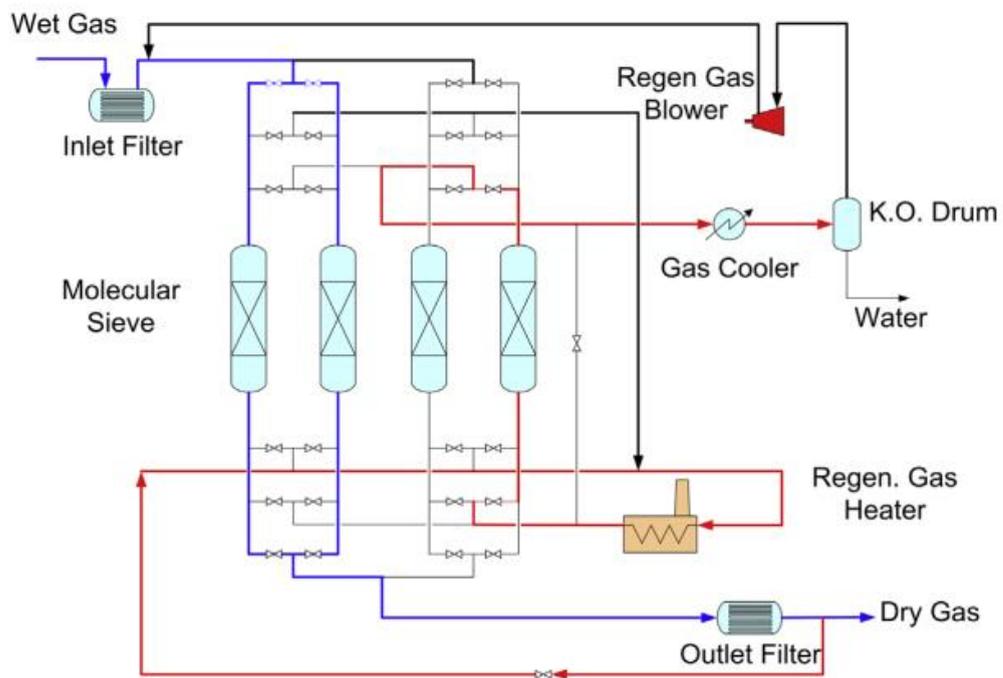


Рисунок 10 – Технологическая схема адсорбционной осушки газа

Каждый абсорбер находится в режиме абсорбции 6 часов, затем 3 часа в режиме нагревания и 3 часа охлаждения. Каждые 12 часов цикл повторяется.

Большинство современных методов очистки от ртути основаны на процессе адсорбции и разделены на две группы: регенеративные и нерегенеративные. В нерегенеративных процессах ртуть вступает в химическую реакцию с серой, образуя на поверхности сорбента стабильное соединение. Особенностью данного процесса является то, что уголь, пропитанный серой, может быть использован только для сухого газа так как растворение серы в воде или в углеводородных жидкостях снижает емкость адсорбента. Активированный уголь имеет сильно развитую поверхность, но очень маленькие входные размеры пор (менее 2 нм). Это делает уголь высокоэффективным адсорбентом, но также может стать причиной капиллярной конденсации, что затрудняет доступ ртути к сере и увеличивает размеры реактивной зоны [15].

В регенеративных процессах используются молекулярные сита, которые пропитаны серебром. Установка очистки от ртути может располагаться либо отдельно, либо же слой цеолита с нанесенным серебром может быть добавлен к основному слою молекулярных сит установки осушки газа.

После извлечения газового конденсата из потока природного газа, его нужно разделить на индивидуальные компоненты, которые затем могут проданы как продукты высокой чистоты. Фракционирования широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) может происходить на газоперерабатывающем заводе (ГПЗ), либо осуществляться непосредственно на заводе СПГ. Технологическая схема процесса изображена на рисунке 11.

Фракции разделяются путем нагрева смешанного потока ШФЛУ и его прохождения через ряд ректификационных колонн. Фракционирование заключается в различии температур кипения различных компонентов ШФЛУ.

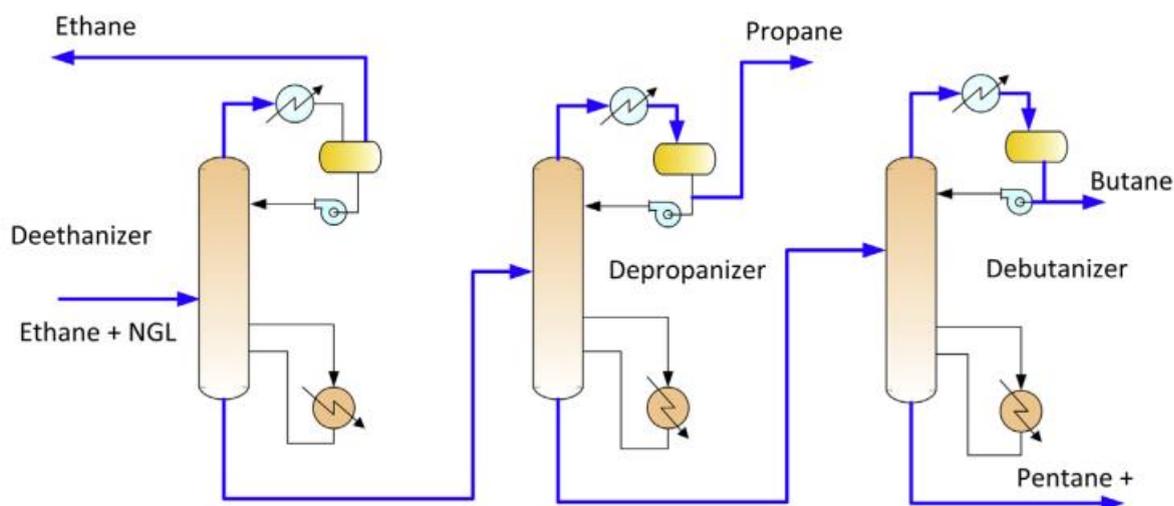


Рисунок 11 – Установка фракционирования широкой фракции легких углеводородов

Верхний пар конденсируется, часть используется для повторного использования, а оставшаяся часть направляется на хранение продукта. Более легкие компоненты в нижней части первой колонны направляются во вторую, где процесс повторяется, а оставшаяся часть направляется на хранение продукта, где процесс повторяется, и в качестве продукта отделяется другой компонент ШФЛУ. Этот процесс повторяется до тех пор, пока ШФЛУ не будут разделены на отдельные компоненты.

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – сознательное отношение субъекта социальной деятельности к требованиям социальной необходимости, гражданского долга, социальных задач, норм и ценностей, понимание последствий осуществляемой деятельности для определенных социальных групп и личностей, для социального прогресса общества.

Объектом исследования является установка комплексной подготовки газа и конденсата. На установке проводится подготовка газа к транспортировке методом низкотемпературной сепарации и его последующее сжижение.

Работы включают в себя следующие технологические операции: осуществление контроля параметров с целью поддержания работы установки в заданном режиме, контроль за системами подачи реагента в систему сбора и подготовки продукции, обслуживание, монтаж и демонтаж оборудования, используемого при подготовке газа и газового конденсата. Работы выполняются круглогодично.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К работам на производственных объектах допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний для работы с учетом вредных и опасных производственных факторов, прошедшие соответствующее обучение, инструктаж и проверку знаний по безопасному ведению работ.

Рабочая смена за пультом управления составляет 12 часов. Контроль над работой оборудования должен происходить всегда, то есть работы проводятся в две смены. Запрещен допуск к работе женщин и подростков, также сотрудников, не имеющих допуск к работе. Каждому оператору в обязательном порядке выдается 2 комплекта спецодежды. Оператор может устранять мелкие неполадки в работе установки, но запрещается допуск к устранению серьезных поломок. При обнаружении таковых незамедлительно сообщить сменному инженеру и вызвать бригаду ремонтников [18].

Участники работ должны быть ознакомлены с расположением технических средств, средствами связи, противопожарного инвентаря и постов медицинской помощи. Все участники работ обеспечиваются спецодеждой, соответствующей сезону и конкретным видам работ, и необходимым средствам индивидуальной защиты.

4.2 Производственная безопасность

Рассмотрим основные наиболее вероятные вредные и опасные производственные факторы на рабочих местах, которые могут иметь место при выполнении данных видов работ, представленных в таблице 8.

Таблица 8 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Подача метанола в возможные места образования гидратной пробки на промысле; 2. Работа с машинами и механизмами; 3. Установка и снятие заглушек. 4. Контроль рабочих параметров установки	1. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	ССБТ ГОСТ 12.1.005-88.
	2. Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека	ГОСТ 12.1.007-76.
	3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016; СНиП 23-05-95
	4. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	ОСТ 51.140-86

Продолжение таблицы 8

	5. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.009-2017
	6. Эксплуатация оборудования, работающих под давлением	ПБ 03-576-03
	7. Пожаровзрывоопасность	ГОСТ Р 12.3.047-2012

4.3 Анализ потенциальных опасных и вредных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)

4.3.1 Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека

Для предотвращения газогидратных пробок на нефтегазоконденсатных месторождениях используется метанол, который представляет большую опасность производства для обслуживающего персонала и населения. Метанол - сильный яд, действующий на нервную и сосудистую системы, слизистую оболочку дыхательных путей. Отравление при приеме внутрь и при вдыхании паров. Небольшое количество метанола (до 10-15 г) приводит к тяжелым отравлениям. ПДК для данного вещества указана в таблице 9. При работе с метанолом необходимо соблюдать требования техники безопасности согласно ГОСТ 12.1.007-76 [19].

Средства индивидуальной защиты для предотвращения отравления метанолом: противогаз с коробкой марки А, резиновые сапоги и перчатки.

Пролитый при авариях или других случаях метанол смывается большим количеством воды, но не менее 2-х объемов. Фланцевые соединения на трубопроводах метанола окожушиваются и пломбируются.

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

Нормы производственного микроклимата установлены в ССБТ ГОСТ 12.1.005-88. Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями [20].

В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

В рабочей зоне производственного помещения согласно ГОСТ 12.1.005-88 могут быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия [20].

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение двенадцатичасовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 10, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 8 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

– перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3°С;

– перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в

течение смены не должны превышать:

– при категориях работ Ia и Ib – 4° С;

– при категориях работ IIa и IIб – 5° С;

– при категории работ III – 6° С.

Таблица 9 – Характеристики пожаро-, взрывоопасных и токсических свойств сырья, полупродуктов, готовой продукции и отходов производства [21]

Наименование сырья, полупродуктов, готовой продукции	Агрегатное состояние при рабочих условиях	Класс опасности ГОСТ 12.1.007-76	Температура, °С			Концентрационные пределы, % об.		Характеристика токсичности (воздействия на организм человека)	ПДК веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88[22]), мг/м ³
			Вспышки	Воспламенения	Самовоспламенения	Ниж	Верх		
Газ природный	Газ	4	-191		537	5	15	Действует удушающе при незначительном, менее 18%, содержании O ₂ в воздухе. Вызывает расстройство нервной системы	300
ДЭГ	Жидкость	3	123	133–203	380	1,05	22,07	При приеме внутрь - яд. Возможны хронические отравления при вдыхании паров	10
Метанол	ЛВЖ	3	6	-	440	6	34	Сильный яд, действует на нервную и сосудистую системы, слизистую оболочку дыхательных путей. Отравление при приеме внутрь и при вдыхании паров.	5
Конденсат газа	ЛВЖ	4	< -40	-	287	1,4	7,7	Действует на центральную нервную систему. При длительном вдыхании паров в концентрациях значительно превышающих ПДК, появляется головокружение, тошнота, головная боль и слабость, а при значительных концентрациях может наступить отравление. Может вызвать заболевания: дерматит и экзему.	300
Керосин	ЛВЖ	4	28	25–105	230	1,8	8	Керосин является малоопасным продуктом. В помещениях для хранения керосина не допускается хранить кислоты, баллоны с кислородом и другие окислители.	300

Таблица 10 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	21 - 23	20 - 24	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
	III (более 290)	16 - 18	15 - 19	60 - 40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	IIa (175 - 232)	20 - 22	19 - 23	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	III (более 290)	18 - 20	17 - 21	60 - 40	0,3

В соответствии с требованиями ст. 221 ТК Российской Федерации на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются сертифицированная специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты.

4.3.3 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания

При подготовке природного газа к транспортировке должны быть приняты меры по предупреждению загрязнения рабочих мест и загазованности воздушной среды. Для контроля загазованности должны проводиться замеры воздушной среды в производственных помещениях, а при появлении загазованности - приниматься меры по ее устранению.

При концентрации паров углеводородов свыше 300 мг/м³ (Таблица 8) работы должны быть приостановлены, люди выведены из опасной зоны.

Во всех производственных помещениях установлены приточно-вытяжные системы вентиляции с механическим и естественным побуждением. В производственных помещениях, в которых возможно внезапное поступление

больших количеств горючих газов, аварийная вентиляция совместно с основными системами обеспечивает дополнительный воздухообмен [22, 23].

Для защиты от воздействия природного газа, действующего удушающе в больших концентрациях, используют следующие индивидуальные средства защиты: фильтрующий противогаз с коробкой марки АХ или В, изолирующие противогазы марки РКК-1 и КИП-7.

4.3.4 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

Для обеспечения комфортного освещения разработаны и выполнены следующие мероприятия: рабочие места объекты подходы к ним, проходы в темное время суток освещены, искусственное освещение выполняется в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок ПУЭ и строительных норм и правил, уровень освещенности рабочих мест соответствует отраслевым нормам проектирования искусственного освещения объектов. В производственных помещениях предусмотрено аварийное и эвакуационное освещение. Освещенность помещения обеспечивает оптимальное зрительное восприятие объекта различения. Освещение обеспечивает равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающего пространства. Освещенность поверхности постоянна, без пульсаций. Осветительные установки долговечны и безопасны. Замеры уровня освещенности проводится не реже одного раза в год, а также после реконструкции помещений и систем освещения [18, 24].

Освещение должно обеспечиваться коэффициентом естественного освещения не ниже 1,0 %. Естественное и искусственное освещение в помещениях

регламентируется нормами СанПиН 2.2.1/2.1.1.2585-10 в зависимости от характера зрительной работы. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. Освещение не должно давать блики, яркость светящихся поверхностей не должна быть более 200 кд/м².

Для поддержания нормируемых значений освещенности необходимо своевременно проводить чистку стекол и светильников, замену перегоревших ламп.

4.3.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током

Все производственные помещения должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.009-2017 [25].

Согласно приказу Минтруда России от 15.12.2020 N903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», установлено 5 квалификационных групп по электробезопасности, каждая из которых предусматривает соответствующий объем требований в отношении профессиональных знаний, стажа работы в электроустановках и практических навыков, представленных в приложении Д.

Для того чтобы исключить возможность поражения электрическим током, на УКПГ применяются различные технические способы и средства защиты: защитное заземление, защитное зануление, изоляцию проводников, токоведущие сети располагают на высоте или применяют ограждения, блокировки, сигнализацию, голые электропровода, шинопроводы, щиты управления помещают в специальные ящики, шкафы или закрывают сплошными или сетчатыми ограждениями.

Для обслуживания электроустановок применяют следующие индивидуальные средства защиты: диэлектрические перчатки, оперативные штанги, изолирующие и измерительные клещи, инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения; дополнительно применяются: диэлектрические галоши (ботинки), резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

4.3.6 Эксплуатация оборудования, работающих под давлением

Основная опасность при эксплуатации сосудов под давлением - возможность их разрушения под действием давления рабочей среды. При физическом взрыве энергия сжатой среды в течение малого промежутка времени реализуется в кинетическую энергию осколков разрушенного сосуда и воздушную ударную волну. При этом осколки могут разлетаться на несколько сотен метров и при соударении с технологическим оборудованием, емкостями вызвать их разрушение, приводя к возможности возникновения взрывов и пожаров и гибели людей. Мощность физических взрывов сосудов весьма велика. Например, мощность взрыва сосуда вместимостью 1 м^3 , находящегося под давлением воздуха, равным 1 МПа , составляет 13 МВт .

Наиболее частыми причинами аварий и взрывов сосудов, работающих под давлением, являются несоответствие конструкции максимально допустимому давлению и температурному режиму, превышение давления сверх предельного, потеря механической прочности аппарата (коррозия, внутренние дефекты металла, местные перегревы), несоблюдение установленного режима работы, отсутствие необходимого технического надзора, ошибочные действия обслуживающего персонала.

Требования безопасности, предъявляемые к устройству, изготовлению и эксплуатации сосудов, работающих под давлением, определены "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением" ПБ 03-576-03 [26]. К сосудам, на которые распространяются эти правила, относятся: сосуды, работающие под избыточным давлением свыше $0,07 \text{ МПа}$ ($0,7 \text{ кгс/см}^2$); баллоны, предназначенные для перевозки и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше $0,07 \text{ МПа}$, сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше $115 \text{ }^\circ\text{C}$ или другой жидкости с температурой, превышающей температуру кипения при давлении $0,07 \text{ МПа}$.

Правила устанавливают специальные требования безопасности к кон-

струкции и материалам сосудов, к изготовлению, монтажу и ремонту, к арматуре, контрольно-измерительным приборам и предохранительным устройствам, к установке, регистрации и техническому освидетельствованию сосудов, к содержанию и обслуживанию их [27].

Конструкция сосудов должна быть надежной, обеспечивать безопасность при эксплуатации и предусматривать возможность осмотра, очистки, промывки, продувки и ремонта сосудов. Так, сосуды с внутренним диаметром более 800 мм должны иметь люки, а с диаметром менее 800 мм - лючки в местах, доступных для обслуживания [27].

4.3.7 Пожаробезопасность и взрывобезопасность

Все мероприятия проводятся согласно ГОСТ Р 12.3.047-2012 [29]. На газовом промысле взрывоопасен природный газ, его концентрация в рабочей зоне не должна превышать 15 % об. (Таблица 8). Для взрывоопасных и пожароопасных цехов, участков, объектов; исходя из их специфики, в качестве мер пожарной безопасности принят порядок содержания территории, зданий и помещений, в т.ч. эвакуационных путей и выходов, осуществляется мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при проведении технологических процессов, эксплуатации оборудования, производстве пожароопасных работ.

Для курения, применения открытого огня и проведения огневых работ предусмотрены специально оборудованные площадки.

Предусмотрено обучение персонала обязанностям и действиям при пожаре правилам вызова пожарной охраны, порядку аварийной остановки технологического оборудования, отключения вентиляции и электрооборудования, правилам применения первичных средств пожаротушения, порядку осмотра и приведения в пожаробезопасное состояние всех закрепленных помещений и установок. По данным мероприятиям периодически проводятся практические тренировки.

Производственные и служебные помещения, технологическое оборудо-

вание укомплектовано необходимыми первичными средствами пожаротушения согласно нормам.

На видных местах необходимо размещать схемы эвакуации людей в случае пожара, инструкции, определяющие действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации, устройства систем оповещения о пожаре, таблички с указанием телефона пожарной части 01 или 112.

Проведение пожароопасных работ (электро- и газосварка, паяльные работы, работа с электроинструментом и др.) на газовых объектах осуществляется только после оформления наряда-допуска на выполнение работ повышенной опасности.

На УКПГ наружное пожаротушение всех зданий и сооружений осуществляется от кольцевой сети надземного водопровода диаметром 250 мм через незамерзающие пожарные гидранты, установленные также надземно.

Внутреннее пожаротушение, кроме автоматического, осуществляется из внутреннего противопожарного водовода, через установленные на нем краны, количество которых соответствует параметрам помещений. В таблице 11 приведена характеристика помещения по взрывоопасности и пожарной опасности.

Таблица 11 – Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа

При возникновении пожара, кроме централизованного отключения вен-

тиляционных систем, предусмотрена их автоматическая блокировка, за исключением вентиляционных систем, обслуживающих тамбур шлюзы, на канализационных сетях промышленного стока установлены гидрозатворы.

Все здания предусмотрены третьей степени огнестойкости согласно СНиП 21-01-97. В зданиях с помещениями категории «А» предусмотрены наружные легко сбрасываемые конструкции, площадь которых составляет не менее 0,05 м² на 1 м³ объема взрывоопасного помещения.

В производственных помещениях, в качестве средств пожаротушения применяются: вода, углекислый газ, порошок в соответствии с техническими требованиями и технико-экономическими обоснованиями.

4.4 Экологическая безопасность

Особое отрицательное воздействие на природные ресурсы и компоненты окружающей среды оказывают вредные факторы, представленные в таблице 12, где также описаны основные природоохранные мероприятия.

Таблица 12 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при эксплуатации систем подачи химических веществ

Природные ресурсы и компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Атмосферный воздух	Выбросы продуктов сгорания природного газа	Тщательный контроль за оборудованием
Вода и водный объект	Загрязнение промышленными стоками	Подготовка промышленных стоков
	Загрязнение бытовыми стоками	Созданы очистные сооружения для бытовых стоков (канализационные устройства)
Земля и земельные ресурсы	Загрязнение почвы химическими веществами	Отправление отходов на полигон для их дальнейшей утилизации.
	Засорение почвы производственными и бытовыми отходами	Отходы производства направляются на переработку и обезвреживание.

4.4.1 Мероприятия по охране атмосферного воздуха

Атмосферный воздух в районе НГКМ загрязняется главным образом такими вредными веществами как окись углерода и окислы азота, содержащиеся в продуктах сгорания природного газа, используемого для собственных нужд с целью получения тепловой и электрической энергии, энергии для работы газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций; для сжигания загрязненных промышленных стоков на горизонтальных факельных установках (ГФУ).

Окись углерода и окислы азота выбрасываются в атмосферу также с продуктами сжигания природного газа при продувке шлейфов, отработке скважин.

Следующим по значимости источником загрязнения атмосферного воздуха являются выбросы автотранспорта, отработанные выхлопные газы которых содержат в своем составе окись углерода, окислы азота, углеводороды и другие вредные вещества [23].

В целях обеспечения содержания вредных веществ в приземном слое атмосферы в количествах, не превышающих их предельно-допустимую концентрацию в воздухе, по каждому стационарному источнику выбросов расчетным путем (с учетом рассеивания) определены максимальные величины предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Основные мероприятия, проводимые по предупреждению загрязнения атмосферного воздуха, включают и себя:

- контроль выхлопных газов автотранспорта на дымность, содержание окиси углерода с целью последующей регулировки двигателей для снижения концентрации вредных веществ в выбросах до нормативных величин;

- контроль дымовых газов котельных, технологических печей и других стационарных источников выбросов на содержание окиси углерода, окислов азота для установления оптимальных режимов сжигания природного газа и уменьшения концентрации указанных вредных веществ;

- утилизацию промстоков путем закачки их в поглощающие горизонты

вместо сжигания с природным газом на ГФУ.

4.4.2 Мероприятия по охране водных объектов

К основным источникам загрязнения водоемов относятся неочищенные хозяйственно-бытовые стоки, промышленные стоки, образующиеся при добыче и подготовке природного газа, содержащие метанол, нефтепродукты, компоненты пластовой воды, а также ливневые стоки, загрязненные вредными веществами, находящимися в атмосферном воздухе и почве.

Промышленные стоки, содержащие значительные количества загрязняющих веществ, не поддающихся эффективной очистке, утилизируются закачкой в пласт, а в аварийных случаях сжигаются на горизонтальных факельных установках.

4.4.3 Мероприятия по охране литосферы

С целью предотвращения загрязнения почв компания осуществляет следующие мероприятия:

– захоронение твердых бытовых отходов, утилизация строительных отходов производится на специальных полигонах; складирование металлолома на отдельно отведенных площадках;

– хранение горюче-смазочных материалов, метанола производится в емкостях, установленных на бетонированных площадках с надежной гидроизоляцией и обваловкой;

Комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасности экологичности производственных процессов, применяемых в компании, достаточно эффективен для надежной эксплуатации объектов УКПГ и грамотного проведения работ по предотвращению и ликвидации гидратов.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На газовом промысле велика угроза выброса горючего природного газа вследствие неисправности применяемого оборудования, применения неправильных и опасных приемов работы, неудовлетворительной постановки обучения и инструктажа рабочих, не использования защитных средств и приспособлений.

соблений по технике безопасности, что может привести к возгоранию и, впоследствии, к взрыву.

Возможные источники и причины взрывов на рабочем месте:

- наличие легковоспламеняющихся жидкостей и взрывопожароопасных паров;
- наличие в печах огневого нагрева открытого огня и нагретых поверхностей;
- возможная разгерметизация трубопроводов или оборудования;
- наличием электрооборудования;
- возможность возникновения заряда статического электричества вследствие трения слоев конденсата друг о друга или со стенкой трубы.

Безопасность труда обеспечивается соблюдением в проекте требований действующих норм и правил. Для обеспечения безаварийной работы технологических установок УКПГ проектом предусмотрены:

- герметизация оборудования и трубопроводов;
- применение для тепло- и звукоизоляции трубопроводов и оборудования негорючих материалов;
- установка газоанализаторов до взрывоопасных концентраций на площадках УКПГ;
- оснащение технологического оборудования всеми необходимыми средствами контроля, автоматике, предохранительной арматурой;
- применение взрывозащищенного оборудования для взрывоопасных зон;
- защита газопровода от электромагнитной индукции, статического электричества.

Действия в результате возникшей ЧС и меры по ликвидации её последствий:

Главная задача при возникновении пожара – его локализация. Небольшие загорания, а также пожары в начальной стадии могут быть успешно ликвидированы обслуживающим персоналом первичными средствами пожаротушения:

порошковые и углекислотные огнетушители, асбестовые полотна, грубошерстные ткани (кошма, войлок), песок.

Ответственность за ликвидацию аварии, до приезда ответственного руководителя (начальника службы, главного инженера), несет сменный инженер объекта, принимая решения и осуществляя мероприятия по восстановлению нормального режима работы оборудования. В случае его неправильных действий главный инженер (начальник службы) промысла обязан вмешаться в ход ликвидации аварии вплоть до отстранения сменного инженера, принимая на себя руководство и ответственность за дальнейший ход ликвидации аварии.

Ликвидация аварий производится согласно плану ликвидации аварий (ПЛА), утвержденного главным инженером Общества. Дежурный персонал обязан знать признаки аварий по технологическому оборудованию и коммуникациям, методы нахождения неисправностей и ликвидации аварий.

При возникновении аварии и в течение аварийной ситуации оперативный персонал обязан с учетом складывающейся обстановки принимать быстрые и эффективные меры к предотвращению угрозы жизни и здоровью людей, повреждению смежного с аварийным объектом оборудования и коммуникаций и недопущению других нежелательных последствий.

В аварийной ситуации персонал должен:

- принять меры к локализации аварии, прекращению поступления в зону аварии горючих веществ, материалов, которые при горении выделяют вредные и ядовитые вещества;

- после осмотра места аварии сообщить р создавшейся ситуации и принятых мерах руководству промысла;

- после прибытия на место аварии восстановительных и пожарных подразделений, сообщить их руководителям о создавшейся ситуации, о положении запорной арматуры на технологических коммуникациях, примыкающих к зоне аварии, месторасположении и условиях проезда к пожарным гидрантам.

4.6 Выводы по разделу

При производственных работах в нефтегазовой отрасли необходимо руководствоваться законодательными и нормативными актами Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, строительными нормами и правилами, государственными стандартами Российской Федерации, сводами правил, а также иными федеральными нормативными документами, регулирующими деятельность в области производства инженерных изысканий.

Соблюдение техники безопасности труда при производстве в нефтегазовой отрасли, является неотъемлемой частью всего комплекса работ.

Следует отметить, что не соблюдение правил безопасности ведения работ влечет за собой негативные последствия для жизни и здоровья человека.

Каждая организация уделяет особое внимание на соблюдение этих норм и правил, а также социальную поддержку работников компании.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстросоздаваемый продукт сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач [28]:

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

Цель данной НИ (ВКР) – в обеспечении эффективности пропускной способности линейных сооружений в условиях эксплуатации нефтегазоконденсатных месторождений.

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

5.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки осушителя различного состава:

- 1) Абсорбент – диэтаноламин;
- 2) Моноэтаноламин.

Детальный анализ необходим, так как каждый вид абсорбента имеет

свои достоинства и недостатки. В таблице 13 продемонстрировано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 13 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Антигидратная активность	0,14	5	4	3	0,7	0,56	0,42
3. Не подвергает к коррозии исолеотложениям	0,18	5	4	2	0,9	0,72	0,36
4. Наличие схем регенерации	0,14	5	4	3	0,7	0,56	0,42
5. Простота изготовления	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
6. Эффективность работы	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
7. Безопасность	0,08	3	3	4	0,24	0,24	0,32
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,12	2	3	5	0,24	0,36	0,6
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	3	3	4	0,18	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	3	3	0,4	0,24	0,24
Итого	1	43	35	36	4,36	3,56	3,4

Расчёт конкурентоспособности определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

Проведённый анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

5.1.2 SWOT – анализ

SWOT – Strength (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. SWOT – анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, который проявился или может проявиться в его внешней среде. Результаты анализа соответствий сильных сторон с возможностями представлены в таблице 15.

Сильные стороны. Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта.

Слабые стороны. Слабость – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, который препятствуют достижению целей.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон инженерного решения внешним условиям окружающей среды. Составляется интерактивная матрица, с помощью которой можно оценить варианты стратегического выбора.

(+) – Сильное соответствие сторон возможностям;

(–) – Слабое соответствие сторон возможностям;

(0) – Сомнения в выборе.

Дадим трактовку каждому из этих понятий. Матрица SWOT – анализа представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Матрица SWOT

Сильные стороны инженерного решения (С)	Слабые стороны научно-исследовательского проекта (Sl)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Низкая стоимость анализа используемой методики по сравнению с другими; 2. Не требует специального анализа оборудования для проведения анализа; 3. Не требует специального квалифицированного сотрудника для проведения анализа; 4. Доступная и простая методика для подбора эффективного растворителя. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие какого-то определенного показателя, по которому можно было бы судить об эффективности работы; 2. Наличие стандартных, уже изученных абсорбентов; 3. Отсутствие подходящего, нужного оборудования для проведения точного анализа; 4. Неточности при проведении анализа, вследствие этого больше расхождения в результатах.
Возможности (В)	Угрозы (У)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличение спроса на нестандартные виды поглотителей для осушки газа; 2. Повышение количества оборудования, для которых нужно удалять осадки; 3. Повышение стоимости различного оборудования 4. Повышение стоимости конкурентных разработок. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие спроса на новые виды поглотителей; 2. Развитая конкуренция между компаниями, которые разрабатывают растворители; 3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции; 4. Возможные неиспользование нового вида поглотителя ввиду наличия малого количества информации о свойствах.

Таблица 15 – Результаты анализа соответствий сильных сторон с возможностями

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	0
	B2	+	+	+	+
	B3	0	+	+	+
	B4	-	-	+	-

Анализируя данные интерактивной матрицы проекта, можно сделать вывод о сильной корреляции B1B2C1C2, B1C3B2C3, что позволяет нам говорить о единой природе данных возможностей.

Третий этап заключается в составлении итоговой матрицы SWOT – анализа, которая приводится в данной работе (Таблица 16).

В результате SWOT – анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над её недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно – исследовательской разработке.

Таблица 16 – SWOT – анализ

	<p>Сильные стороны инженерного решения (С):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Низкая стоимость анализа используемой методики по сравнению с другими; 2. Не требует специального оборудования для проведения анализа; 3. Не требует специального квалифицированного сотрудника для проведения анализа; 4. Доступная и простая методика для подбора эффективного растворителя. 	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта (Сл):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие какого-то определенного показателя, по которому можно было бы судить об эффективности работы; 2. Наличие стандартных, уже изученных абсорбентов; 3. Отсутствие подходящего, нужного оборудования для проведения точного анализа; 4. Неточности при проведении анализа, вследствие этого больше расхождения в результатах.
<p>Возможности (В):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличение спроса на нестандартные виды поглотителей для осушки газа; 2. Повышение количества оборудования, для которых нужно удалять осадки; 3. Повышение стоимости различного оборудования; 4. Повышение стоимости конкурентных разработок. 	<p>С и В:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличить использование нестандартного вида абсорбента; 2. Максимально улучшить качество и результаты работ по осушке газа; 3. Усовершенствовать работу и знания кадров; 4. Внедрить ранее неиспользованную аппаратуру, либо технологию для улучшения методики. 	<p>Сл и В:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие необходимости внедрения различного вида новых растворителей для удаления газовых гидратов; 2. Возможное приобретение ГПЗ различных приборов для проведения анализа по данной методике ввиду их малой стоимости;
<p>Угрозы (У):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие спроса на новые виды поглотителей; 2. Развитая конкуренция между компаниями, которые разрабатывают растворители; 3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции; 4. Возможные неиспользование нового вида поглотителя ввиду наличия малоколичества информации о свойствах. 	<p>С и У:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. На данный момент разрабатываются все более улучшенные технологии для усовершенствования работ по осушке газа, в силу этого возможно увеличение спроса за счет низкой стоимости анализа; 2. Так как анализ по данной методике не требует специального оборудования и специалистов, возможно возрастет конкуренция между 	<p>Сл и У:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Создание массового производства материалов 2. Развитие исследований для возможности применения новых технических решений для улучшения параметров 3. Развитие отечественных технологий и производства

Продолжение таблицы 16

	компаниями, которые разрабатывают стандартные абсорбенты.	
--	---	--

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- Определение структуры работ в рамках научного исследования;
- Определение участников каждой работы;
- Установление продолжительности работ;
- Построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 17.

Таблица 17 – 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	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

Данная таблица дает информацию о структуре проделанных работ в рамках данного исследования.

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Расчет трудоемкости выполнения научного исследования оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож\kern 0.2em i}$ используется следующая формула:

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

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел. – дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел. – дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел. – дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (3)$$

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. – дн.;

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

Пример расчета (составление и утверждение технического задания), для остальных работ расчет производится аналогично:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 8}{5} = 6 \text{ чел. – дней}$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{6}{1} = 6 \text{ дней}$$

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, продолжительность каждого из этапов работ следует из рабочих дней перевести в календарные. Для этого воспользовались формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (4)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности находится по формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (5)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году;

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22$$

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 18.

Таблица 18 – Расчеты временных показателей проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{о.э.и}$ 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 ВКР	2	2	4	5	2,8	3,2	2,9	4
3. Обзор научной литературы		7		9		7,8	7,8	10
4. Выбор методов исследования		3		5		3,8	3,8	5
5. Планирование эксперимента	3	5	6	7	4,2	5,8	5	7
6. Подготовка образцов для эксперимента		5		7		5,8	5,8	8
7. Проведение эксперимента		16		19		17,2	17,2	21
8. Обработка полученных данных		9		12		10,2	10,2	13
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	4
10. Составление пояснительной записки		9		11		9,8	9,8	12
Итого:	9	59	18	80	12,6	67,4	68,6	88
							Руководитель	19
							Инженер	84

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

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (Таблица 19).

Таблица 19 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} кал.дн.	Продолжительность работ												
				февр			март			апр			май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4	■												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	■												
3	Обзор научной литературы	Исп2	10		■											
4	Выбор методов исследования	Исп2	5			■										
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7			■										
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	8				■									
7	Проведение эксперимента	Исп2	21					■	■	■						
8	Обработка полученных данных	Исп2	13								■	■				
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	4										■	■		
10	Составление пояснительной записки	Исп2	12												■	■

Примечание: ■ – Исп. 1 (научный руководитель), ■ – Исп. 2 (инженер)

5.3 Бюджет научно – технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат 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.

5.3.1 Расчёт материальных затрат НТИ (НИР)

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Материальные затраты, необходимы для данной разработки, заносим в таблицу 20.

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Перчатки резиновые	шт	10	50	500
Очки	шт	5	360	1900
Фартук резиновый	шт	5	647	3235
Природный газ	м ³	200	105	21000
Вода	л	100	46	4600
ДЭА	кг	50	120	6000
МДЭА	кг	50	130	6500
ИТОГО				43735

5.3.2 Расчёт амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n} \quad (7)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m \quad (8)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

t – время использования, мес.

Затраты на оборудование приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	N_A	Цена оборудования, руб.	Амортизация, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Блочная компрессорная установка	1	15	3	0,07	4900000	85750
2	Разделитель	1	13	3	0,08	1450000	29000
3	Ректификационная колонна	1	10	3	0,10	7500000	187500
4	Пусковой нагреватель	2	8	3	0,13	800000	26000
5	Огневая печь	1	8	3	0,13	2100000	68250
6	Промежуточный теплообменник	2	12	3	0,08	588000	11760
7	Воздушный холодильник	1	10	2	0,10	270000	4500
8	Подогреватели	1	12	3	0,08	370000	7400
9	Сепаратор ДЭГа	1	17	3	0,06	900000	13500
10	Сборник ДЭГа	1	15	3	0,07	750000	13125
11	Фильтр ДЭГа	1	8	2	0,13	390000	8450
12	Водокольцевой насос	1	10	3	0,10	1600000	40000
13	Насос подачи газа	1	8	3	0,13	1540000	50050
14	Водяной холодильник	1	5	3	0,20	430000	21500
Итого:		566785 руб.					

5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемые ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30% от тарифа или оклада.

Месячный должностной оклад для руководителя:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_\delta) \cdot k_p = 39300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 76635 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад для инженера:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_\delta) \cdot k_p = 16200 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 31590 \text{ руб.}$$

где Z_{mc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_δ – коэффициент доплат и надбавок составляет 0,2;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для г. Томск);

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_\delta} \quad (9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_δ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (Таблица 22).

Таблица 22 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Инженер	Научный руководитель
Календарное число дней	365	365
Количество не рабочих дней: выходные дни	52	52
праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени - отпуска	28	56
- невыходы на работу	7	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	264	236

Таким образом, для руководителя и инженера соответственно:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{76635 \cdot 11,2}{236} = 3636,9 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{31590 \cdot 10,4}{264} = 1244,5 \text{ руб.},$$

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} \quad (10)$$

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

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

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

Для руководителя и инженера соответственно:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 3636,9 \cdot 12,6 = 45824,9 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1244,5 \cdot 67,4 = 83879,3 \text{ руб.}$$

Все расчеты представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _{тс} , руб	k _{Цр}	k _д	k _р	З _м , руб	З _{дн} , руб	Т _р , раб. дн	З _{осн} , руб.
Руководитель	39300	0,3	0,2	1,3	76635	3636,9	12,6	45824,9
Инженер	16200	0,3	0,2	1,3	31590	1244,5	67,4	83879,3
Итого З _{осн} . руб								129704,2

5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (11)$$

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

Тогда для руководителя и инженера соответственно:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,13 \cdot 45824,9 = 5957,3 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,13 \cdot 83879,3 = 10904,3 \text{ руб.}$$

$$Z_{общ} = 5957,3 + 10904,3 = 16861,6 \text{ руб.}$$

5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (13)$$

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (45824,9 + 5957,3) = 15534,7 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (14)$$

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (83879,3 + 10904,3) = 28435,1 \text{ руб.}$$

$$Z_{внеб.общ} = 15534,7 + 28435,1 = 43969,8 \text{ руб.}$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2023 году – 30% (ст. 425, 426, НК РФ).

5.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы включает в себя следующие расходы: печать ксерокопированием материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов. Основные виды затрат приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
566758	43735	129704,2	16861,6	43969,8	801028,6

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{накл} = \sum_{n=1}^5 \text{статья} \cdot k_{нр} \quad (15)$$

$$Z_{накл} = 801028,6 \cdot 0,2 = 160205,7 \text{ руб.}$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ по форме, приведенной в таблице 25. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 25 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1	Материальные затраты НИР	43735	43735	43735
2	Затраты на специальное оборудование	566785	604020	604520
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	129704,2	129704,2	129704,2
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	16861,6	16861,6	16861,6
5	Отчисления во внебюджетные фонды	43969,8	43969,8	43969,8
6	Накладные расходы	160205,7	160205,7	160205,7
Бюджет затрат НИР		961261,3	998496,3	998996,3

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научноисследования получен в процессе 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) Ингибитор в составе этиленгликоль $C_2H_6O_2$;
- 2) Ингибитор в составе триэтиленгликоль $C_6H_{14}O_4$;

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (16)$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$$\Phi_{текущ} = 954588,2 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{исп.2} = 967711,2 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{исп.3} = 959530,2 \text{ руб.}$$

$$I_{финр}^{текущ} = \frac{\Phi_{текущ}}{\Phi_{max}} = \frac{961261,3}{998996,3} = 0,96$$

$$I_{финр}^{исп.1} = \frac{\Phi_{исп.1}}{\Phi_{max}} = \frac{998496,3}{998996,3} = 0,99$$

$$I_{финр}^{исп.3} = \frac{\Phi_{исп.3}}{\Phi_{max}} = \frac{998996,3}{998996,3} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с перевесом признан считаться более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (Таблица 26).

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	3
3. Энергосбережение	0,15	5	3	4
4. Надежность	0,20	4	4	5
5. Воспроизводимость	0,20	5	4	5
6. Материалоемкость	0,20	5	4	3
ИТОГО	1	4,65	3,95	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,65$$

$$I_{p2} = 0,1 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 = 3,95$$

$$I_{p3} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 = 4,05$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}} \quad (17)$$

$$I_{текущ} = \frac{4,65}{0,96} = 4,84$$

$$I_{исп.1} = \frac{3,95}{0,99} = 3,99$$

$$I_{исп.2} = \frac{4,05}{1} = 4,05$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (Таблица 27).

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} \quad (18)$$

$$\mathcal{E}_{cp.1} = \frac{I_{исп.тек}}{I_{исп.тек}} = \frac{4,84}{4,84} = 1$$

$$\mathcal{E}_{cp.1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.тек}} = \frac{3,99}{4,84} = 0,82$$

$$\mathcal{E}_{cp.2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.тек}} = \frac{4,05}{4,84} = 0,83$$

Таблица 27 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,96	0,99	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,95	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	4,84	3,99	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,82	0,83

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект), хотя и уступает аналогам в финансовом показателе разработки. Предложенный проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

5.5 Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1) Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другим;

2) В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 88 дня; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 64 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 19 дней;

3) Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 961261,3 руб.;

4) Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

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

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 3,95 и 4,05;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,84, по сравнению с 3,99 и 4,05, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работе была определена оптимальная технология очистки природного газа перед его сжижением в зависимости от его компонентного состава.

В производстве СПГ особое значение придается процессам подготовки газа, поступающего из магистрального трубопровода, перед установкой сжижения. Для предотвращения проблем, связанных с эксплуатацией в криогенных установках (обмерзание теплообменников, образование амальгам на алюминиевых частях оборудования, а также его коррозия) газ должен поэтапно очищаться от вредных примесей для наиболее ресурсо- и энергоэффективного производства СПГ.

Для этого с помощью программы Aspen HYSYS были смоделированы установки очистки газа от кислых газов, осушки, удаления ртути и газофракционирования. В результате чего были определены приблизительные технологические параметры протекающих процессов очистки газа, таких как давление, температура, расход, компонентный состав. В качестве технологии очистки газа от кислых компонентов предлагается использовать установку аминовой очистки, где в качестве абсорбента используется смешанный абсорбент, состоящий из диэтилоланоламина, сульфолана и воды. Для осушки газа рекомендуется использовать адсорберы с молекулярными ситами (цеолиты марок 3А, 4А, 5А и 13Х). Также возможна технология, в которой можно было объединить процесс осушки и удаления ртути из потока газа. Последним этапом подготовки является установка газофракционирования, где подготовленный газ разделяют на отдельные компоненты с целью получения целевого и основного компонента СПГ – метан.

Мировые тенденции рынка СПГ свидетельствуют о развитии инфраструктуры и росте рынка. Сегодня появляется все больше различных вариантов тех или иных технологий как подготовки, так и сжижения. Рост производственных мощностей сопровождается и увеличением спроса на сжиженные газы. Согласно прогнозам International Energy Agency (IEA), British Petroleum

(BP) и Institute of Energy Economics of Japan (IEEA), развитие мировой энергетики, и в частности, газовой промышленности связано с увеличением потребления природного газа [29, 30]. По прогнозам BP, объем международной торговли к 2035 году будут расти неуклонными темпами вслед за его потреблением. Роль СПГ в будущем по прогнозам IEEJ к 2040 году увеличится больше, чем в 2 раза.

Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего усовершенствования и определения наиболее точных параметров процесса с учетом физико-химических свойств веществ и особенностей протекающих процессов. Согласно полученным моделям, существует возмо повысить содержание метана в газе с 0,9402 % мольн. до 0,975 % мольн., что соответствует СПГ Марки Б согласно ГОСТ 34894-2022.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 ГОСТ 34894-2022 «Газ природный сжиженный. Технические условия»
- 2 Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса: учебник / Б. С. Бабакин, А. Э. Сулов, Ю. А. Фатыхов, В. Н. Эрлихман. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1435-2. — Текст электронный // Лань: электронно-библиотечная система.
- 3 Вишняков В.И. МИРОВОЙ РЫНОК СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА: КОНЪЮНКТУРА И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ // МНИЖ. 2022. №5-4 (119).
- 4 СТО Газпром 089-2010 Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия
- 5 Технология переработки природного газа и конденсата: справочник: в 2 ч. / под ред. В. И. Мурина и др. — Москва: Недра, Ч. 1. — 2002. — 517 с.
- 6 Истомин, Р. В. Абсорбер в технологии осушки газа / Р. В. Истомин, А. А. Сахно, Н. П. Васина // 71-я Международная студенческая научно-техническая конференция: Материалы конференции, Астрахань, 19–24 апреля 2021 года. – Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2021. – С. 151-154.
- 7 Бекиров Т.М. Сбор и подготовка к транспорту природных газов / Т.М. Бекиров, А.Т. Шаталов. – М.: Недра, 1986. – 261 с.
- 8 Скобелев, Р. Ю. Применение и перспективы развития турбодетандерных агрегатов производства АО «Казанькомпрессормаш» для нефтегазовой отрасли промышленности / Р. Ю. Скобелев, Ш. Ш. Биктимеров // Исследование, конструирование и технология изготовления компрессорных машин : Труды XI Международной научно-технической конференции молодых специалистов, Казань, 21–22 апреля 2022 года. – Казань: ООО "Визард", 2022. – С. 175-179

9 Касперович А.Г. Балансовые расчеты при проектировании и планировании переработки углеводородного сырья газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений: учебн.пособ. / А.Г. Касперович, Р.З. Магарил. – М.: КДУ, 2008. – 412 с.

10 Прокопов Андрей Васильевич, Кубанов Александр Николаевич, Истомин Владимир Александрович, Федулов Дмитрий Михайлович, Цацулина Татьяна Семеновна Современное состояние технологий промышленной подготовки газа газоконденсатных месторождений // Вести газовой науки. 2015. №3.

11 Федорова, Е. Б. Особенности подготовки природного газа при производстве СПГ / Е. Б. Федорова, В. Б. Мельников // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2015. – № 4(281). – С. 100-114.

12 Mokhatab S., Mak J.Y., Valappil J.V., Wood D.A. Handbook of Liquefied Natural Gas. - Oxford: Elsevier Inc., 2014. – 624 с.

13 Федорова Е.Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2011. – 159 с.

14 Широкова, Г. С. Комплексная очистка природного газа для получения СПГ / Г. С. Широкова, М. В. Елистратов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 2(20). – С. 42-47.

15 Федорова, Е. Б. Особенности подготовки природного газа при производстве СПГ / Е. Б. Федорова, В. Б. Мельников // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2015. – № 4(281). – С. 100-114. – EDN VOCKSJ.

16 Northrop S., Sundaram N. Modified cycles, adsorbents improve gas treatment, increase mol-sieve life//Oil and Gas Journal. 08/24/2008. URL: <http://www.ogj.com/articles/print/volume-106/issue-29/processing/modified-cycles-adsorbents-improve-gas-treatment-increase-mol-sieve-life.html>

17 Abbott J., Oppenshaw P. Mercury Removal Technology and Its Applications // Proceedings of the 81st Annual GPA Convention, Dallas, TX, USA, 2002. URL: <https://www.gpaglobal.org/publications>

18 Годовой геологический отчет за 2003 год. ООО «Ямбурггаздобыча», 2006. – 198 с.

19 ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования.

20 Пятибрат В.П. Подземная гидромеханика. Учебное пособие. – Ухта: УГТУ. – 2002. – 100 с.

21 Катаев, К.А. Гидратообразование в трубопроводах природного газа / К.А. Катаев // Всероссийский журнал научных публикаций. – 2011. – №1 (2) – С. 22–23.

22 Тройникова, А.А. Совершенствование методов предупреждения гидратообразования на газовых и газоконденсатных месторождениях: специальность 25.00.17 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»: дис. ... канд. тех. наук / Тройникова Анна Александровна; Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий - Газпром ВНИИГАЗ. – Москва, 2022. – 142 с.

23 Гриценко, А.И. Сбор и промысловая переработка газов на северных месторождениях России / А.И. Гриценко, В.А. Истомин. – М.: Недра, – 1999. – 473 с.

24 СТО Газпром 5.11-2008. Конденсат газовый нестабильный. Общие технические условия.

25 Макогон, Ю.Ф. Гидраты природных газов / Ю.Ф. Макогон. – М.: Недра, 1974. – 208 с.

26 ПБ 03-576-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением

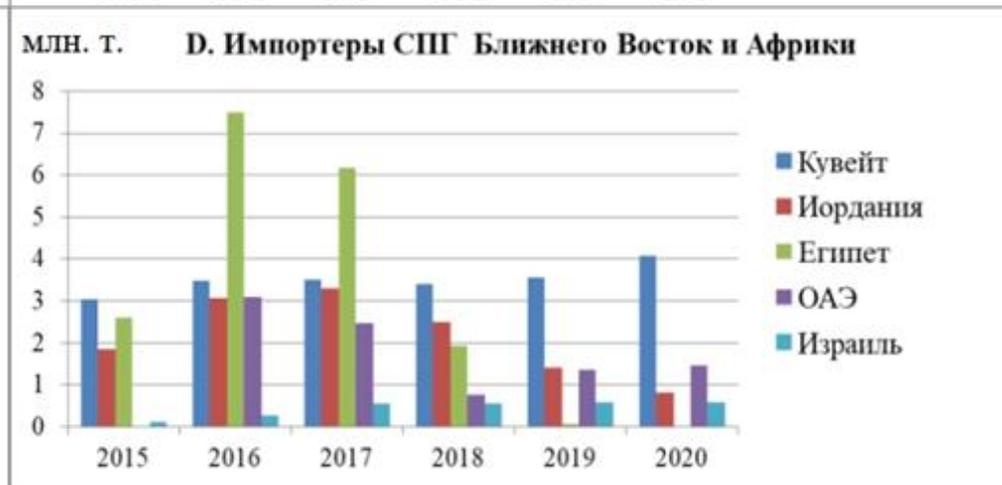
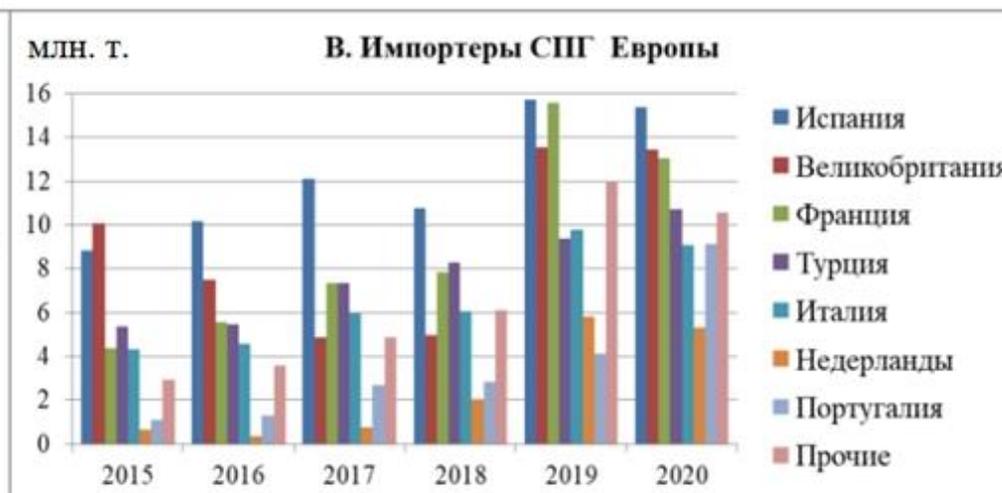
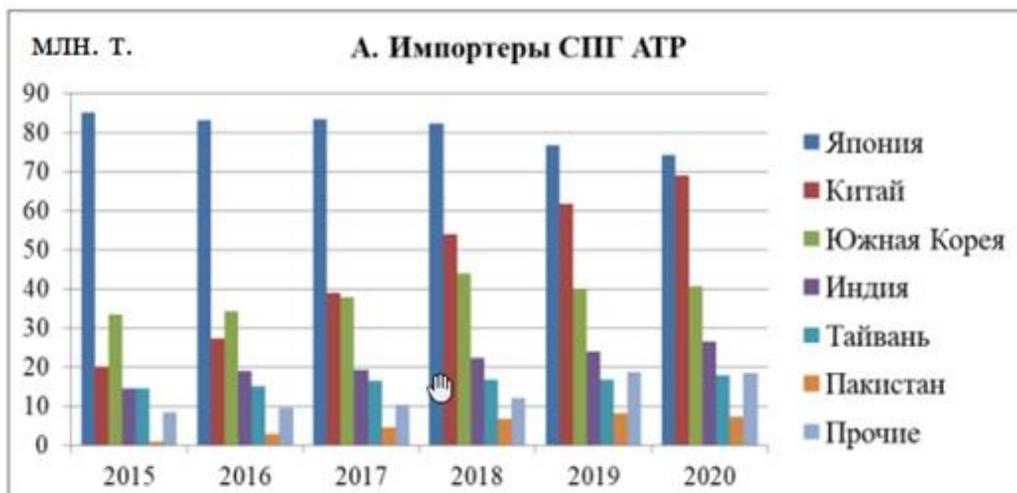
27 Сеноманские залежи // Деловой журнал «Neftegaz.RU» – 2011. – [Электронный ресурс], URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/142048-senomanskie-zalezhi/>

28 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Креницына; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

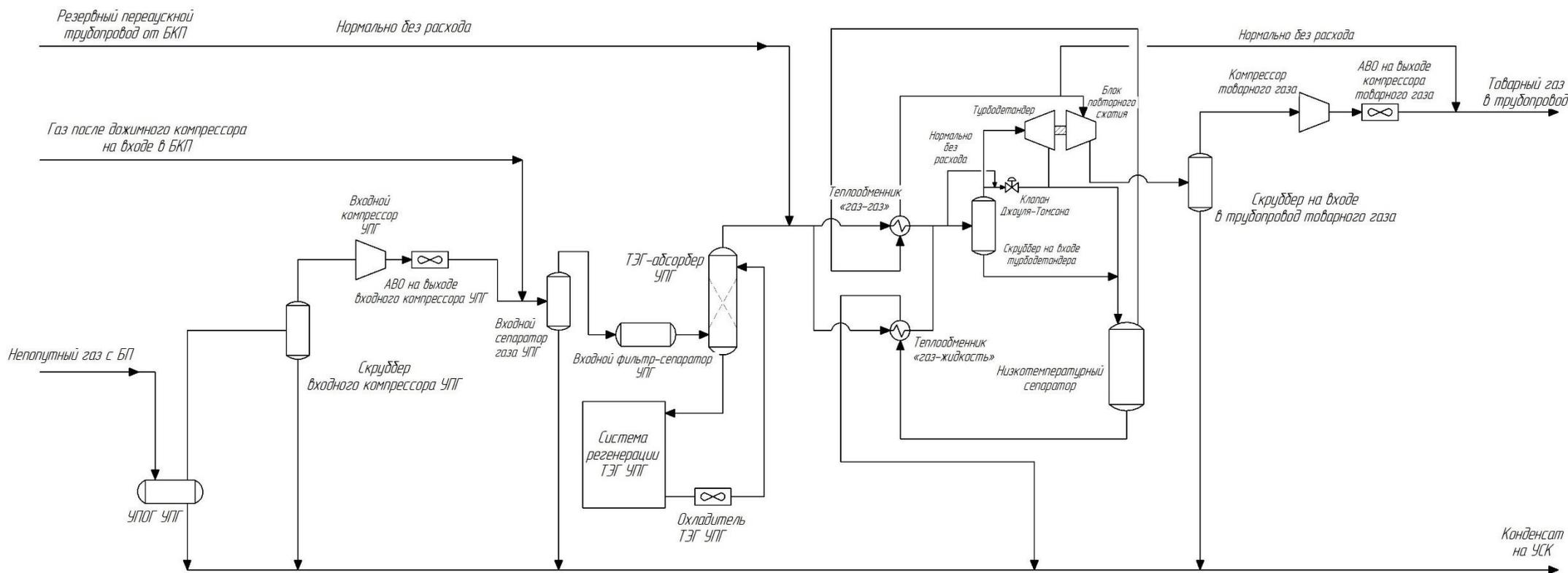
29 BP Statistical Review of World Energy 2021. [Electronic resource]. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

30 International Gas Union (IGU): WORLD LNG REPORT 2020. [Electronic resource]. URL: <https://www.igu.org/resources/world-lng-report-2021/>

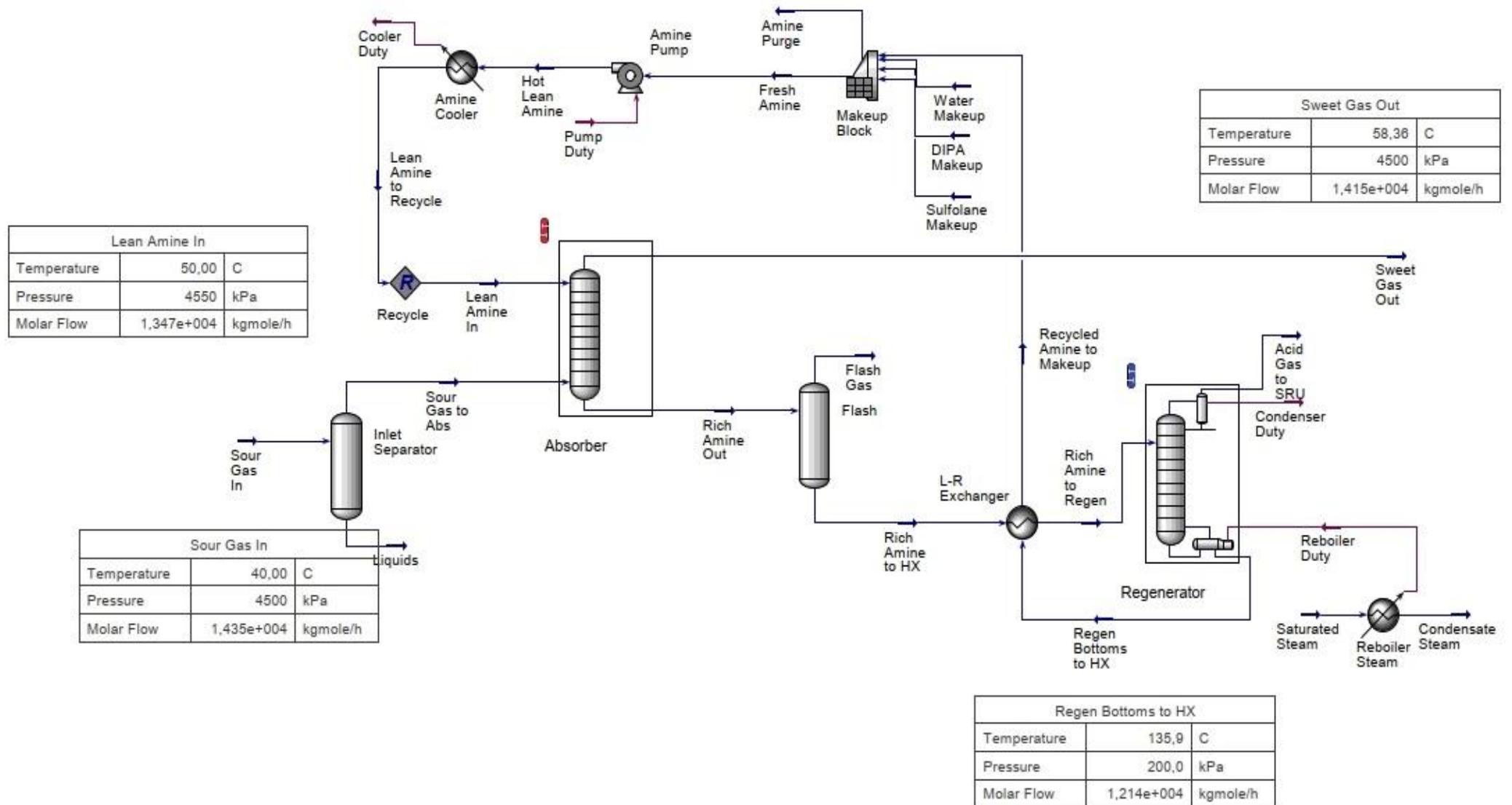
Приложение А – Импорт СПГ по регионам



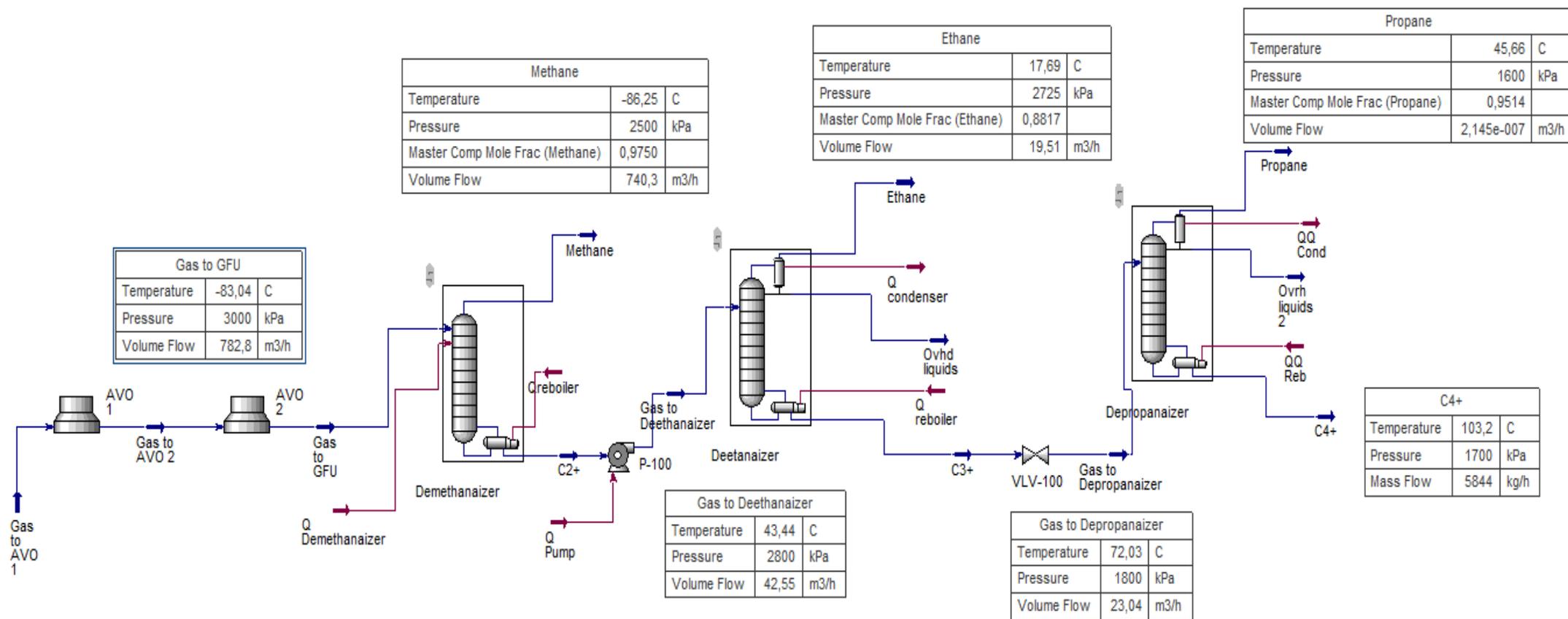
Приложение Б – Схема установки подготовки газа



Приложение В – Технологическая схема процесса очистки природного газа от кислых компонентов с применением технологии Sulfinol-DIPA



Приложение Г – Схема установки газодифракционирования



Приложение Д – Группы по электробезопасности электротехнического персонала и условия их присвоения

Группа по электробезопасности			II	III	IV	V
Минимальный стаж работы в электроустановках, мес.	персонал организаций, имеющих	основное общее образование	Не требуется	3 в предыдущей группе	6 в предыдущей группе	24 в предыдущей группе
		среднее полное образование		2 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	12 в предыдущей группе
		начальное профессиональное и высшее профессиональное (техническое) образование		2 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе	6 в предыдущей группе
		высшее профессиональное (техническое) образование в области электроэнергетики		1 в предыдущей группе	2 в предыдущей группе	3 в предыдущей группе
	практиканты	начальных профессиональных учебных заведений	Не требуется	6 в предыдущей группе	–	–
		высших учебных заведений и техникумов		3 в предыдущей группе	–	–
Требования к персоналу			1. Элементарные технические знания об электроустановке и ее оборудовании. 2. Отчетливое представление об опасности	1. Элементарные познания в общей электротехнике. 2. Знание электроустановки и порядка ее	1. Знание электротехники в объеме специализированного профессионально-технического училища.	1. Знание схем электроустановок, компоновки оборудования технологических процессов производства.

	<p>электрического тока, опасности приближения к токоведущим частям.</p> <p>3. Знание основных мер предосторожности при работах в электроустановках.</p> <p>4. Практические навыки оказания первой помощи пострадавшим</p> <p>5. Работники с основным общим или со средним полным образованием должны пройти обучение в образовательных организациях в объеме не менее 72 часов</p>	<p>технического обслуживания.</p> <p>3. Знание общих правил охраны труда, в том числе правил допуска к работе, правил пользования и испытаний средств защиты и специальных требований, касающихся выполняемой работы.</p> <p>4. Умение обеспечить безопасное ведение работы и вести надзор за работающими в электроустановках.</p> <p>5. Знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи пострадавшим на производстве и умение практически ее оказывать</p>	<p>2. Полное представление об опасности при работах в электроустановках.</p> <p>3. Знание Правил, правил технической эксплуатации электрооборудования, правил пользования и испытаний средств защиты, устройства электроустановок и пожарной безопасности в объеме занимаемой должности.</p> <p>4. Знание схем электроустановок и оборудования обслуживаемого участка, знание технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ.</p> <p>5. Умение проводить инструктаж, организовывать безопасное проведение работ,</p>	<p>2. Знание настоящих Правил, правил пользования и испытаний средств защиты, четкое представление о том, чем вызвано то или иное требование.</p> <p>3. Знание правил технической эксплуатации, правил устройства электроустановок и пожарной безопасности в объеме занимаемой должности.</p> <p>4. Умение организовать безопасное проведение работ и осуществлять непосредственное руководство работами в электроустановках любого напряжения.</p> <p>5. Умение четко обозначать и излагать требования о мерах безопасности при проведении</p>
--	--	--	--	---

			<p>осуществлять надзор за членами бригады.</p> <p>6. Знание правил освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи и умение практически оказывать ее пострадавшему.</p> <p>7. Умение обучать персонал правилам охраны труда, практическим приемам оказания первой помощи пострадавшим на производстве и умение практически ее оказывать</p>	<p>инструктажа работников.</p> <p>6. Умение обучать персонал правилам охраны труда, практическим приемам оказания первой помощи пострадавшим на производстве и умение практически ее оказывать</p>
--	--	--	--	--