

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Отделение школы Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ эффективности процесса осушки газа на примере М нефтегазоконденсатного месторождения (Томская область)

УДК 622.279.8:66.074(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б7Г1	Хохуля Антон Николаевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Чеканцева Л.В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д-р экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева И.И.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Ю.А.	-		

Результаты освоения ООП

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Р1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОК(У)-1, ОК(У)-2, ОК(У)-4, ОК(У)-6, ОК(У)-7, ОК(У)-8, ОПК(У)-1, ОПК(У)-2)</i>
Р2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ ОК(У)-3, ОК(У)-5, ОК(У)-9, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6)</i>
Р3	Осуществлять и корректировать технологические процессы при эксплуатации и обслуживании оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-3, ПК(У)-6, ПК(У)-7, ПК(У)-8, ПК(У)-10, ПК(У)-11)</i>
Р4	Выполнять работы по контролю промышленной безопасности при проведении технологических процессов нефтегазового производства и применять принципы рационального использования природных ресурсов а также защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, (ПК(У)-4, ПК(У)-5, ПК(У)-9, ПК(У)-12, ПК(У)-13, ПК(У)-14, ПК(У)-15)</i>
Р5	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК (У)-23, ПК (У)-24)</i>
Р6	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ ОК(У)-4, ОПК(У)-3, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-25, ПК(У)-26)</i>
Р7	Работать эффективно в качестве члена и руководителя команды, формировать задания и оперативные планы, распределять обязанности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК(У)-9, ПК(У)-14), требования профессионального стандарта 19.021 Специалист по промышленной геологии</i>

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
	членов команды, нести ответственность за результаты работы при разработке и эксплуатации месторождений	
Р8	Управлять технологическими процессами, обслуживать оборудование, использовать любой имеющийся арсенал технических средств, обеспечивать высокую эффективность при разработке и реализации проектов нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-9, ПК(У)-11), требования профессионального стандарта 19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата</i>
Р9	Повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности на опасных производственных объектах, соблюдать правила охраны труда и промышленной безопасности, выполнять требования по защите окружающей среды	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-6, ОПК(У)-7, ПК(У)-4, ПК(У)-7, ПК(У)-13), требования профессионального стандарта 19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата, 19.021 Специалист по промысловой геологии.</i>

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Отделение школы: Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ю. А. Максимова
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б7Г1	Хохуля Антон Николаевич

Тема работы:

Анализ эффективности процесса осушки газа на примере М нефтегазоконденсатного месторождения (Томская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ № 118-11/с от 28.04.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Пакет технической, технологической и нормативной информации по М. Тексты и графические материалы отчетов и исследовательских работ, фондовая и периодическая литература.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Проведение литературного обзора по теме исследования; описание технологической схемы установки подготовки газа; оптимизация технологической схемы установки подготовки газа
Перечень графического материала	Презентация к защите ВКР
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Авдеева И. И.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	29.04.2022
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Чеканцева Л.В.			29.04.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б7Г1	Хохуля Антон Николаевич		29.04.2022

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение школы Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
06.05.2022	1. Раздел «Основные теоретические положения процессов промышленной подготовки пластового газа»	20
12.05.2022	2. Раздел «Описание технологической схемы установки подготовки газа»	20
20.05.2022	3. Раздел «Анализ работы установки низкотемпературной осушки газа»	20
27.05.2021	4. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20
31.05.2021	5. Раздел «Социальная ответственность»	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Чеканцева Л.В.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Ю.А.			

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 78 страниц, 3 рисунка, 32 таблиц, 48 источников.

Ключевые слова: природный газ, пластовое давление, подготовка газа, низкотемпературная сепарация, осушка, дросселирование, эжектор, детандирование, охлаждение, товарный газ, точка росы.

Объектом исследования является промышленная установка комплексной подготовки газа (УКПГ) с применением осушки газа методом низкотемпературной сепарации.

Цель работы – проведение анализа эффективности низкотемпературного режима осушки природного газа на М нефтегазоконденсатном месторождении (Томская область).

В ходе работы проводился анализ методов и факторов, влияющих на качество подготовки газа путем низкотемпературной сепарации, в результате чего для поддержания технологического режима низкотемпературной сепарации– компрессорного агрегата, а для рационального использования газов дегазации рекомендовано внедрение в технологическую схему блочной компрессорной станции вместо действующих эжекторов для утилизации низконапорных газов.

Область применения: установки подготовки газа на истощающихся нефтегазоконденсатных месторождениях

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- УКПП – установка комплексной подготовки газа;
- ТЭК - топливно – энергетический комплекс;
- ВНК – водонефтяной контакт;
- ГНК – газонефтяной контакт;
- НТС – низкотемпературная сепарация;
- ННГ – низконапорный газ;
- ГПЗ – газоперерабатывающий завод;
- ДКС – дожимная компрессорная станция;
- УДСК – установка деэтанзации и стабилизации конденсата;
- УКУГ – узел коммерческого учета газа;
- МПП – модуль подготовки газа;
- УВШ – узел входа шлейфов;
- РЖ – разделитель жидкости;
- ТДКА – турбодетандер компрессорный агрегат;
- СВГС – северо-васюганский газосепаратор;
- ВГ – выветриватель газа;
- ЭЖ – эжектор;
- Т – рекуперативный теплообменник «газ – газ»;
- С – сепаратор;
- ТР – рекуперативный теплообменник «конденсат – конденсат»;
- БКС – блочная компрессорная станция;
- СВГКМ – северо-васюганское газоконденсатное месторождение;
- КНГКМ – казанское нефтегазоконденсатное месторождение;
- СОНГКМ – северо-останинское нефтегазоконденсатное месторождение;
- СИЗ – средства индивидуальной защиты;
- НКПР – нижний концентрационный предел распространения.

Содержание

Введение	11
1 ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОМЫСЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ПЛАСТОВОГО ГАЗА	13
1.1 Методы подготовки газа	13
1.1.1 Абсорбционный метод осушки газа	13
1.1.2 Адсорбционный метод осушки газа	15
1.2 Теоретические основы низкотемпературной сепарации газа	17
1.2.1 Основные факторы, влияющие на эффективность процесса НТС	17
1.2.2 Достоинства и недостатки установки НТС	18
2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ ГАЗА	20
2.1 Характеристика исходного сырья и изготавливаемой продукции	20
2.2 Действующая технологическая схема модуля подготовки газа	24
2.3 Характеристика ингибитора гидратообразований и деэмульгатора	29
3 АНАЛИЗ РАБОТЫ УСТАНОВКИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОСУШКИ ГАЗА	31
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	34
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	34
4.1.1 Цели и актуальность проекта	34
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	35
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	40
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	40
4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования	41

4.3. Бюджет научно-технического исследования	42
4.3.1 Материальные затраты	42
4.3.4 Дополнительная заработная плата	45
4.3.6 Накладные расходы	47
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	48
5 Социальная ответственность	54
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	54
5.1.1 Специальные	54
5.1.2 Организационные	55
5.2 Производственная безопасность	54
5.3 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	55
5.3.1 Воздействие вредного вещества на организм человека	55
5.3.2 Шум	56
5.3.3 Вибрация	57
5.3.4 Освещенность	58
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	701
Список используемых источников	713

Введение

Топливо–энергетический комплекс (ТЭК) является ключевой отраслью, как для экономики всего мира, так и для экономики России [1]. Для нашей страны ТЭК имеет очень важное значение, особенно на текущем этапе развития нефтегазовой промышленности. ТЭК включает в себя совокупность разнообразных направлений, связанных с топливо–энергетическими ресурсами, и газовая составляющая здесь играет важную роль.

Газовые гидраты являются наиболее распространенной проблемой при разработке газовых месторождений в холодном и умеренно холодном климате. Высокую эффективность при борьбе с гидратообразованием показал метанол, который обеспечивает разрушение гидратных образований, а также значительно снижает температуру замерзания воды, тем самым предупреждая кристаллизацию гидратов.

Ввиду высокой протяженности газотранспортной сети страны и большого числа месторождений, находящихся в холодных климатических зонах, для борьбы с гидратообразованием необходимо применение больших объемов метанола. Преимущественным направлением развития промышленности является внедрение большего числа ресурсосберегающих технологий [2], поэтому на месторождениях широкое применение получила технология регенерации метанола [3].

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

Для осуществления цели были поставлены следующие задачи:

1) обзор публикаций по теме исследования;

- 2) анализ эффективности технологической схемы установки подготовки газа;
- 3) оптимизация технологической схемы установки подготовки газа;

1 ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОМЫСЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ПЛАСТОВОГО ГАЗА

1.1 Методы подготовки газа

Подготовка газа к дальнейшей транспортировке и переработке происходит на установках комплексной подготовки газа (УКПГ), на которых производится осушка газа газонефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений [4]. Назначением процесса осушки является извлечение парообразной влаги из углеводородных газов. Наличие водяных паров в газе способствует нежелательному образованию гидратов, из-за которых значительно осложняется его транспортировка и переработка. Содержание парообразной влаги в газе должно уменьшаться в зависимости от понижения его температуры в различных технологических процессах. Температура точки росы осушенного газа регламентирует остаточное содержание влаги. Такая температура, позволяющая при данных давлении и составе газа образовывать капли воды.

Осушка углеводородных газов может осуществляться несколькими методами:

- абсорбционная осушка;
- адсорбционная осушка;
- низкотемпературные процессы (НТС).

Факторы, влияющие на технологию осушки газа, включают:

- производительностью;
- температурой контакта;
- давлением;
- требуемой температурой точки росы осушенного газа;
- присутствием загрязняющих примесей.

1.1.1 Абсорбционный метод осушки газа

Данный метод основан на процессе абсорбции – применение жидких поглотителей – абсорбентов, для избирательного поглощения газов или паров,

в ходе которого происходит переход вещества из паровой или газовой фазы в жидкую. Обратный процесс перехода вещества из жидкой в газообразную или паровую фазу называется десорбцией [5].

Применяемыми веществами для осушки являются гликоли (таблица 1), которые отвечают следующим важным требованиям [6]:

- удовлетворительная осушающая способность в высоком интервале температур, концентраций и давлений;
- низкие давления насыщенных паров;
- температура кипения, сравнима с температурой кипения воды, чтобы выделение поглощенной воды из осушителя могло быть осуществлено простыми методами;
- высокая селективность в отношении компонентов газа; дешевизна; экологическая безопасность.

Таблица 1.1 – Сравнительная характеристика абсорбентов для осушки газа.

Достоинства	Недостатки
Этиленгликоль	
<p>Водным растворам этиленгликоля свойственны более низкая температура замерзания чем у диэтилен- и триэтиленгликолей, также ЭГ обладает более высокой эффективностью при борьбе с гидратообразованиями при равном расходе вещества.</p> <p>Применяются на установках НТС в качестве ингибитора гидратообразования с возможностью осушки газа до точки росы – 30 °С</p>	<p>Высокое давление насыщенных паров, при осушке и регенерации происходят большие потери ЭГ.</p>
Диэтиленгликоль	

Высокая гигроскопичность, а также стабильность в присутствии кислорода, CO ₂ и сернистых соединений при обычных температурах. Менее склонен к пенообразованию чем ТЭГ.	Потери от уноса в 3–4 раза больше, чем при применении ТЭГ. При обычной регенерации трудно получить растворы с концентрацией ДЭГ больше, чем 95% масс. Температура точки росы выше, чем при осушке газа ТЭГ.
Триэтиленгликоль	
Обладает высокой поглощающей способностью, низкой, по сравнению с диэтиленгликолем ДНП, ввиду чего происходят меньшие. Достигается более низкая точка росы.	Растворимость в ТЭГе выше, чем в ДЭГе. Растворы ТЭГ более склонны к пенообразованию в присутствии легких углеводородных жидкостей, чем ДЭГ.

На практике применяются не химически чистые гликоли, а их водные растворы. На эффективность осушки влияют состав и свойства абсорбента, содержание тяжелых углеводородов и воды в газе, концентрация абсорбента на входе в абсорбер, скорость циркуляции абсорбента, температуры и давления процесса, условия массообмена между газом и осушителем, наличие примесей [6,7].

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

1.1.2 Адсорбционный метод осушки газа

Данный метод основан на процессе адсорбции – поглощение веществ порами поверхности твердого поглотителя – адсорбента [5,6]. Поглощаемое вещество, находящееся в газовой или жидкой фазе, называется адсорбтивом, а после того, как оно перешло в адсорбированное состояние – адсорбатом [7].

Осушка газа адсорбентами основана на способности твердых тел определенной структуры поглощать влагу из газов при сравнительно низких температурах и выделять при повышенных температурах. При изменении условий процесса (температуры, давление) происходит нарушение связей

между молекулами адсорбента и адсорбата, и начинается процесс десорбции путем выделения из адсорбента поглощенных компонентов для восстановления свойств (регенерации) адсорбента. Поочередное применение этих двух процессов на одной установке позволяет непрерывно извлекать влагу из газа. После регенерации, в зависимости от адсорбционной способности десорбируемых компонентов, условий процесса и выбранного метода, адсорбционная способность поглотителя полностью восстанавливается или частично [8].

На производстве в качестве адсорбентов используются алюмогели, активированные угли, силикагели, природные и синтетические цеолиты (таблица 2). Размер пор, состояние поверхности адсорбента и его физические свойства оказывают влияние на способность к поглощению адсорбата и возможность регенерации.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика промышленных адсорбентов

Адсорбент	Плотность, г/см ³	Радиус пор, нм	Объем пор, см ³ /г	Удельная поверхность, м ² /г
Активированные угли	0,2–0,6	50–70	–	600–1700
Силикагель:				
мелкопористый	0,8	5–30	0,28	450–500
крупнопористый	0,5	70–100	0,9	270–350
Цеолиты	0,62–0,78	3–9	0,2–0,24	–
Алюмогели	0,4–0,6	60–100	0,8–1	180–220

Выбор используемого адсорбента зависит непосредственно от глубины осушки газа и конкретных условий его применения. В промышленных установках для осушки газа чаще всего применяются силикагели и цеолиты. При использовании цеолитов адсорбционный метод осушки углеводородных потоков позволяет добиться глубины осушки до – 40 °С, а при использовании силикагелей до – 60 °С.

На газоперерабатывающих предприятиях для осушки газа применяются адсорберы с неподвижным слоем адсорбента. Конструкция

адсорбера представляет собой аппарат с адсорбентом в виде гранул. Подача газа осуществляется сверху вниз, что позволяет неподвижному адсорбенту поглощать влагу из газа.

1.2 Теоретические основы низкотемпературной сепарации газа

Низкотемпературные технологические процессы используются на стадии подготовки природных газов газоконденсатных месторождений. Данные процессы предназначены для одновременной осушки природного газа, а также извлечения тяжелых углеводородов и инертных газов (при их наличии).

Главной задачей при проектировании низкотемпературных установок для промышленной подготовки конденсатосодержащих газов является разработка технологических процессов с более низкими температурными уровнями и, отличающихся высокой технологической гибкостью. Гибкость означает возможность использования технологии при изменении входных параметров (состав, температура, давление) подготавливаемого углеводородного сырья в широком диапазоне, также возможность выделения тех или иных целевых продуктов. Вновь обустраиваемые месторождения нуждаются в более дифференцированном подходе к технологическим процессам, учитывающем помимо специфики эксплуатационных объектов, также и долговременные тенденции сбыта продукции газовой промышленности по рынкам [9].

1.2.1 Основные факторы, влияющие на эффективность процесса НТС

Насколько эффективна будет работа технологических установок НТС, влияет давление в низкотемпературном сепараторе, температура и состав исходной смеси [10]. Давление сепарации определяется давлением газожидкостной смеси, поступающей из магистрального трубопровода в

сепаратор, обычно используется в пределах от 5 до 7,5 МПа. В данном интервале значений давление мало влияет на степень извлечения C^{5+} углеводородов.

На эффективность сепарации оказывает влияние исходный состав газа и температура потока. При изотермической сепарации выход фракции C^{5+} увеличивается с ростом молекулярной массы исходного газа. При понижении температуры сепарации до минус 40 °С, из газов легкого состава (средняя молярная температура кипения от минус 156 до минус 133 °С) степень извлечения конденсатообразующих компонентов увеличивается. Для жирных газов (средняя молярная температура кипения выше минус 133 °С) влияние происходит незначительное [11].

Исходя из всего вышесказанного можно сделать вывод: для более легких по составу исходных смесей, чтобы обеспечить высокую степень конденсатообразующих компонентов, требуется более низкая температура сепарации.

1.2.2 Достоинства и недостатки установки НТС

К преимуществам установок НТС можно отнести:

1. Для данных установок характерны низкие капитальные и эксплуатационные затраты, особенно в начальный период разработки месторождения.

2. Одновременно происходит процесс извлечения жидких углеводородов и осушки газа.

3. При длительной разработке месторождения, по мере падения пластового давления, возможность усовершенствования технологии работы установки для продления срока ее эффективной эксплуатации.

Для установок НТС характерны следующие недостатки:

1. При заданных температуре и давлении, степень извлечения целевых компонентов из природного газа зависит только от состава исходного газа.

2. При исчерпании пластового давления, для установок необходима реконструкция.

3. Проблема гидратообразования.

Для месторождений с коротким сроком разработки, установки НТС находят оправданное применение. Для крупных месторождений, как показывает практика, при использовании процесса НТС, возникает необходимость использовать помимо дросселирующих устройств, также эжекторы и теплообменники для рекуперации холода. Что значительно увеличивает эффективность процесса НТС.

2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ ГАЗА

2.1 Характеристика исходного сырья и изготавливаемой продукции

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

На месторождении производится подготовка следующих видов продукции:

1. Сухой отбензиненный и осушенный от влаги и тяжелых углеводородов газ, очищенный от механических примесей.
2. Смесь пропана и бутана техническая (СПБТ)
3. Стабильный газовый конденсат

Пластовый газ – смесь углеводородных компонентов метанового ряда (алканов $C_1 - C_{30}$) с малым содержанием таких компонентов как, углекислый газ (CO_2) и азот (N_2), с отсутствием соединения серы. Состав газа представлен в таблице 3.

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

Компоненты	Газ сепарации		Газ дегазации		Стабильный конденсат		Состав сырого конденсата		Состав пластового газа	
	МОЛЬ (%)	Г/МОЛЬ	МОЛЬ (%)	Г/МОЛЬ	МОЛЬ (%)	Г/МОЛЬ	МОЛЬ (%)	Г/МОЛЬ	МОЛЬ (%)	Г/МОЛЬ
C_1	84,04	840,38	41,76	7,37	0,04	0,01	18,4	7,38	81,56	847,75
C_2	4,96	49,58	14,71	2,56	0,03	0,01	6,45	2,57	5,02	52,14
C_3	3,65	36,5	24,01	4,2	0,59	0,13	10,85	4,34	3,93	40,84
изо- C_4	1,05	10,53	7,75	1,36	1,72	0,38	4,37	1,74	1,18	12,26
н- C_4	1,12	11,23	7,43	1,32	4,15	0,91	5,62	2,23	1,29	13,45
изо- C_5	0,38	3,83	1,95	0,35	6,72	1,45	4,69	1,8	0,54	5,63
н- C_5	0,27	2,68	0,93	0,17	6,82	1,49	4,27	1,66	0,42	4,34
C_6	0,2	2	0,42	0,09	13,74	2,98	7,92	3,07	0,49	5,07
C_{7+}	0	0	0	0	66,19	14,49	36,96	14,49	1,39	14,49
Азот	3,62	36,23	0,21	0,04	0	0	0,1	0,04	3,49	36,27
CO_2	0,71	7,08	0,83	0,14	0	0	0,36	0,14	0,69	7,22
Всего	100	1000	100	17,6	100	21,85	100	39,46	100	1039,46

Молярная доля газа сепарации в пластовом газе	0,962042
Молярная доля "сухого" газа в пластовом газе	0,971605
Молярная доля газа сепарации в "сухом" газе	0,990167

Попутный нефтяной газ – смесь углеводородных компонентов метанового ряда (алканов $C_1 - C_{12}$) с малым содержанием таких компонентов как, углекислый газ (CO_2) и азот (N_2), с отсутствием соединения серы [12].

Состав попутного нефтяного газа месторождения представлен в таблице 4.

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

Компонентный состав	Содержание моль		
	моль(%)	объемн.(%)	масс.
Наименование компонента			
Метан (CH_4)	80,48	80,73	60,36
Этан (C_2H_6)	5,1	5,09	7,17
Пропан (C_3H_8)	5,7	5,63	11,74
Изо-бутан ($i-C_4H_{10}$)	1,87	1,83	5,08
Бутан (C_4H_{10})	2,14	2,09	5,82
Нео-пентан	0,01	0,01	0,03
Изо-Пентан ($i-C_5H_{12}$)	0,57	0,54	1,91
Пентаны (C_5H_{12})	0,47	0,45	1,59
Гексаны (C_6H_{14})	0,23	0,21	0,93
Гептаны (C_7H_{16})	0,05	0,04	0,23
Октаны (C_8H_{18})	0,01	0,01	0,07
Углерода диоксид (CO_2)	0,85	0,85	1,75
Кислород (O_2)	0,03	0,03	0,05
Азот (N_2)	2,48	2,49	3,25
Углеводороды (C_3 и выше), г/м ³	244,65		
Углеводороды (C_5 и выше), г/м ³	42,53		
Плотность газа при стандартных условиях, кг/м ³	0,8923		
Давление газа, МПа	0,4		
Температура газа, оС	10		

Теплота сгорания высшая, ккал/м ³	10840
низшая ккал/м ³	9840

Физико – химические свойства сухого природного газа

Природный газ представляет из себя горючий и взрывоопасный бесцветный газ, с молекулярной массой – 17,83 г/моль, предельно–допустимая концентрация в воздухе составляет – 300 мг/м³. Температура воспламенения – 450 °С, предел взрываемости по метану – 4,4–17 объемн. %. Обладает средним удельным весом – 0,795 кг/нм³, с низшей теплотворной способностью – 11147 ккал/кг, токсичен. Природный газ, отпускаемый с УКПГ, должен соответствовать определенным нормам и требованиям, которые перечислены в таблице 5 [13].

Таблица 5 – Требования к природному газу

Наименование показателя	Значение для макроклиматических районов (по ГОСТ 16350)		Метод испытания
	умеренный	холодный	
1. Компонентный состав, молярная доля, %	Определение обязательно		По ГОСТ 31371.1 – ГОСТ 31371.7
2. Температура точки росы по воде (ТТРВ) при абсолютном давлении 3,92 МПа, °С, не выше: зимний период	–10	–20	По ГОСТ 20060, ГОСТ Р 53763, ГОСТ 20060
летний период	–10	–14	
3. Температура точки росы по углеводородам (ТТРуВ) при абсолютном давлении от 2,5 до 7,5 МПа, °С, не выше: зимний период	–2	–10	По ГОСТ Р 53762
летний период	–2	–5	
4. Массовая концентрация сероводорода, г/м ³ , не более	0,007 (0,020)		По ГОСТ Р 53367
5. Массовая концентрация меркаптановой серы, г/м ³ , не более	0,016 (0,036)		По ГОСТ Р 53367
6. Массовая концентрация общей серы, г/м ³ , не более	0,030 (0,070)		По ГОСТ 26374
7. Теплота сгорания низшая при стандартных условиях, МДж/м ³ , не менее	31,8 (7600)		По ГОСТ 31369

8. Молярная доля кислорода, %, не более	0,02	По ГОСТ 31371.1
9. Молярная доля диоксида углерода, %, не более	2,5	По ГОСТ 31371.1
10. Массовая концентрация механических примесей, г/м ³ , не более	0,001	По ГОСТ 22387.4
11. Плотность при стандартных условиях, кг/м ³	Не нормируют, определение обязательно	По ГОСТ 17310

Физико–химические свойства нестабильного конденсата

Нестабильный газовый конденсат – смесь углеводородных соединений парафино – нафтенового ряда с малым (до 5%) содержанием ароматических соединений углеводородов. Содержание большого количества углеводородов парафино – нафтенового ряда способствует высокой растворимости в конденсате углеводородов C₂–C₄, а также способствует большому выходу бензиновых фракций из конденсата [14].

Нестабильный газовый конденсат после УКПГ подается на УДСК со следующими параметрами представленными в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры газа

Молекулярная масса, г/моль	73,69
Рабочая температура, °С	от 12 до 25
Вязкость, сП	0,212
Плотность в рабочих условиях, кг/м ³	558,1
Содержание воды, % вес.	менее 0,01

Также нестабильный газовый конденсат должен соответствовать требованиям по степени подготовки, которые представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Требования к нестабильному конденсату

Наименование показателя	Значение для группы	
	1	2
1. Компонентно–фракционный состав, % масс.	Не нормируют, определение обязательно	
2. Массовая доля воды, %, не более	0,5	1
3. Массовая доля механических примесей, %, не более	0,05	

4. Массовая концентрация хлористых солей, мг/дм ³ , не более	100	400
5. Массовая доля общей серы, %, не более	0,01	Не нормируют
6. Плотность при рабочих условиях, кг/м ³	Не нормируют, определение обязательно	
7. Кажущаяся плотность при стандартных условиях, кг/м ³	Не нормируют, определение обязательно	

2.2 Действующая технологическая схема модуля подготовки газа

Рассмотрим осушку газа методом НТС с регенерацией метанола на УКПГ М.

На УКПГ данного месторождения подготовка газа осуществляется путем НТС в специально оборудованных модулях подготовки газа (МПП). В состав УКПГ входят 3 автономно работающих МПП. В состав каждого модуля входят следующее оборудования:

- низкотемпературные сепараторы первой, второй и третьей ступени (С–1, С–2, С–3);
- рекуперативные теплообменники «газ–газ» (Т–1 и Т–2) и «конденсат–конденсат» (ТР – 1 и ТР – 2);
- разделители жидкости (РЖ – 1 и РЖ – 2) [].

В сепараторах первой и второй ступени из газожидкостной смеси происходит отделение большей части (около 75%) капельной, жидкой фазы и механических примесей. Основная масса отделяется еще в первом сепараторе.

Важным требованием к подготовке природного газа перед отправкой в магистральный газопровод является температура точки росы по влаге и по углеводородам. Для достижения требуемых значений температуры точки росы по влаге и углеводородам производится осушка газа за счет снижения температуры газа дросселированием, эжектированием и при помощи рекуперативных теплообменников [15].

Дросселирующими устройствами являются клапана КР – 3, которые находятся перед сепаратором третьей ступени. Эжектирование происходит в эжекторах ЭЖ – 1 и ЭЖ – 2, рекуперация холода в теплообменниках Т – 1 и Т – 2.

Данная технология низкотемпературной осушки с применением дросселя является эффективной:

1. На недавно разрабатываемых месторождениях с высоким пластовым давлением;

2. При отсутствии требования подачи газа с низкой температурой в магистральный газопровод. В таком случае становится возможным полностью рекуперировать холод в теплообменнике «газ–газ» за счет имеющегося перепада давлений;

3. На морских месторождениях, когда природный газ в пластовых условиях обладает изначально низкой температурой.

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

На входе в каждый из трех сепараторов для предотвращения превышения давления устанавливаются предохранительные клапаны, настроенные на определенное давление срабатывания. Для сепараторов С – 1, С – 2 эта величина составляет 8,25 МПа, для сепаратора С – 3 – 5,8 МПа.

Вертикальный сепаратор С – 1 предназначен для предварительного отделения жидкой фазы из газожидкостной смеси за счет действия сил гравитации.

Отделившаяся жидкая фаза после сепаратора С – 1 отводится в разделитель жидкости РЖ – 1, имея давление от 3,9 до 5,5 МПа и температуру от плюс 5 до плюс 25 °С. Жидкая фаза включает в себя газовый конденсат, метанольную воду и механические примеси.

После частичной сепарации газовый поток по трубопроводу Ду300 отправляется в горизонтальные сепараторы ФС – 1,2 цеха ДКС, при этом газ имеет давление от 4,7 – до 5,2 МПа и температуру от плюс 5 до плюс 25 °С. После очистки газ компримируется на ГПА и, имея давление от 6,4 до

7,2 МПа и температуру от плюс 30 до плюс 40 °С, направляется в аппараты воздушного охлаждения АВО, где температура газа понижается до плюс 20 – 30 °С [17].

Далее часть сырого газа для насыщения метанолом поступает в колонну отдувки метанола К – 1, после чего подается в рекуперативный теплообменник «газ–газ» Т – 1. Оставшаяся часть сырого газа по байпасу сразу направляется в теплообменник Т – 1. На входе в рекуперативный теплообменник Т – 1 потоки сырого газа насыщенного и ненасыщенного метанол объединяются, после чего проходят через трубное пространство теплообменника и охлаждаются обратным поток осушенного газа до температуры от минус 10 °С до плюс 10 °С.

В трубном пространстве теплообменника Т – 1 предусмотрена подача метанола.

После теплообменника Т – 1 газовый поток по трубопроводу Ду300 направляется на вторую ступень сепарации в сепаратор С – 2. В котором происходит отделение сконденсировавшейся капельной жидкости после охлаждения газа в теплообменнике Т – 1.

Отделившаяся жидкая фаза после сепаратора С – 2 отводится в разделитель жидкости РЖ – 2, имея давление от 2,5 до 2,7 МПа и температуру от минус 5 °С до плюс 5 °С, предварительно проходя через трубное пространства теплообменника ТР – 2, в котором нагреваются до температуры плюс 15 – 25 °С стабильным конденсатом от УДСК [17].

Отсепарированный газовый поток из сепаратора С – 2 по трубопроводу Ду 150, имея давление от 6,4 до 7,2 МПа и температуру от минус 10°С до плюс 10 °С, направляется в трубное пространство теплообменника Т – 2. В котором охлаждается до температуры от минус 5 до минус 25 обратным поток осушенного газа.

Далее газовый поток дросселируется на регулирующем клапане КР – 3 до давления 3,6 – 5,5 МПа, а также за счет эффекта Джоуля – Томсона охлаждается до температуры от минус 20 и до минус 40 °С. После чего

направляется в сепаратор С – 3 на третью ступень сепарации.

Перед КР – 3 предусмотрено распределение газового потока на эжекторы ЭЖ – 1 и ЭЖ – 2. Этот газ используется в качестве активного потока. В качестве пассивного потока газа в ЭЖ – 1 используется газ выветривание из разделителя жидкости РЖ – 2. В качестве пассивного потока газа в ЭЖ – 2 используется газ дегазации с УДСК [18].

Эжектор представляет собой гидравлическое устройство, предназначенное для передачи кинетической энергии от потока, движущегося с большей скоростью к потоку с меньшей скоростью [19].

Характеристика эжекторов ЭЖ – 1 и ЭЖ – 2 по производительности, давлению активного и пассивного газа приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Требования к нестабильному конденсату

Наименование показателей	ЭЖ – 1	ЭЖ – 2
Давление потока активного газа, МПа	6,9–7,5	6,9–7,5
Расход газа активного потока, м ³ /ч	65500–87500	62300–82500
Температура активного газа, °С	–15...+3	–15...+3
Давление потока пассивного газа, МПа	3	2
Расход газа пассивного потока м ³ /ч	5200–6150	2000–2350
Температура пассивного газа, °С	20–25	–15...+28
Давление смеси газов, МПа	4–5,5	4–5,5
Температура смеси газов, °С	–20...–25	–20...–25

В эжекторах ЭЖ – 1, ЭЖ – 2 происходит объединение газа активного и пассивного потока, после чего выходной поток отправляется в сепаратор С–3, попутно объединяясь с основным потоком газа. Выходной поток из эжекторов имеет давление от 3,6 до 5,5 МПа и температуру от минус 20 °С до минус 40 °С. Также в низкотемпературный сепаратор С – 3 поступают газы дегазации конденсата из разделителя жидкости РЖ – 1 [17,18].

В эжекторах ЭЖ – 1 и ЭЖ – 2, а также в регулирующем кране КР – 3 предусмотрена подача метанола.

На третьей ступени сепарации в низкотемпературном сепараторе С – 3 происходит отделение сконденсировавшейся капельной жидкости после охлаждения потока газа дросселированием и эжектированием.

Отделившаяся жидкая фаза после сепаратора С – 3 отправляется в трубное пространство теплообменника ТР – 2. В котором, объединившись с жидкой фазой из сепаратора С – 2, нагреваются обратным потоком стабильного конденсата с УДСК, после чего направляются в разделитель жидкости РЖ – 2.

После сепаратора С – 3 осушенный природный газ отправляется в межтрубное пространство рекуперативного теплообменника Т – 2. В котором нагревается прямым потоком газа до температуры минус 12°С – минус 18 °С.

После теплообменника Т – 2 осушенный природный газ направляется в межтрубное пространства теплообменника Т – 1. В котором нагревается прямым потоком сырого газа до температуры плюс 5°С – плюс 25 °С.

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

Отделенная жидкая фаза в ходе технологического процесса последовательно поступает в разделители жидкости РЖ – 1 и РЖ – 2. В которых производится разделение на нестабильный углеводородный конденсат и метанольную воду. Для более качественного расслоения эмульсии предусмотрена подача деэмульгатора [20].

В дальнейшем нестабильный конденсат отправляется для деэтанизации и стабилизации на УДСК, а метанольная вода на регенерацию и для дальнейшего использования против гидратообразований.

Действующая технологическая схема МПГ представлена на рисунке 1.

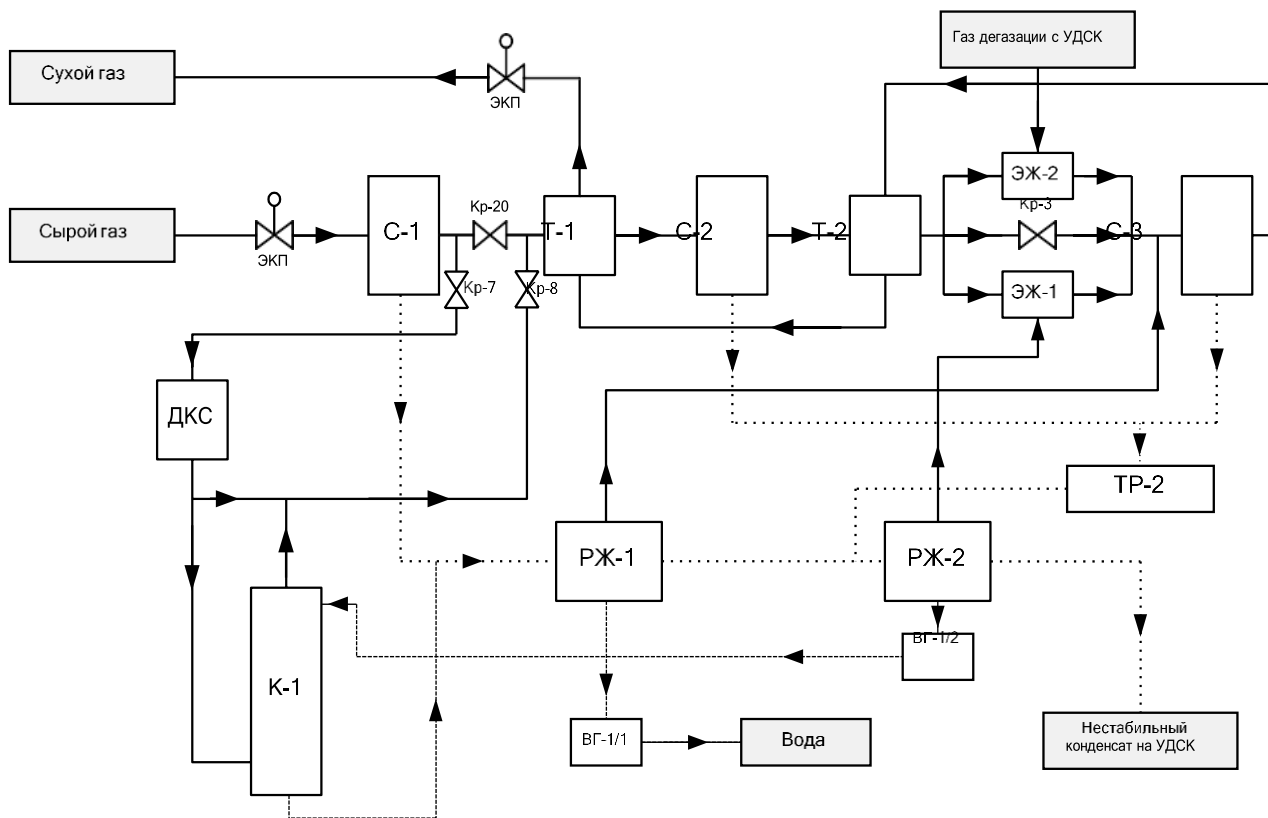


Рисунок 1 – Технологическая схема МПП

2.3 Характеристика ингибитора гидратообразований и деэмульгатора

При эксплуатации газопроводов возникает проблема образования гидратов на стенках трубопровода [21]. Выпадение газовых гидратов на внутренней поверхности газопроводов отрицательно влияют на его производительность и уменьшают межочистной и межремонтный период трубопровода. Кроме того, увеличивается риск аварийной остановки работы газопровода. Гидраты являются смесью воды и углеводородного газа, внешне они представлены белыми образованиями хлопьевидной или кристаллической структуры, имеющие неустойчивое термодинамическое состояние. Образование гидратов имеет место быть, когда температура точки росы транспортируемого газа по воде превышает рабочую температуру. Один из способов борьбы с гидратообразованием – закачка в газопроводы специальных ингибиторов [22].

Для предупреждения гидратообразований в потоке газа, поступающего на МПГ, на данном месторождении в качестве ингибитора применяется метанол. Метанол или метиловый спирт (CH_3OH), представляет собой бесцветную жидкость с характерным запахом. Данный реагент должен соответствовать требованиям ГОСТ 2222–78 Е, представленным в таблице 9 [23].

Таблица 9 – Требования к метанолу

Наименование показателя	Норма
Молекулярная масса	32,04
Плотность, кг/м ³ при 20 °С	791,7
Вязкость, мПа*с	0,817
Диэлектрическая проницаемость	32,63
Температура вспышки, °С	8
Температура воспламенения, °С	464
Температура кипения	64,5
Пределы взрываемости с воздухом, объемные доли, %; нижний	6
верхний	34,8

Деэмульгаторы – это вещества, разрушающие водонефтяную эмульсию.

Механизм действия деэмульгаторов основан на его внедрении в межфазное пространство смеси и в вытеснении из этого пространства веществ, которые стабилизируют эмульсию, к таким веществам относятся асфальтены и природные ПАВ. В результате действия деэмульгатора происходит изменение поверхностного натяжения и соответственно разрушение эмульсии.

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

3 АНАЛИЗ РАБОТЫ УСТАНОВКИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОСУШКИ ГАЗА

Одним из основных технологических процессов промышленной переработки газа и газового конденсата на газовых и газоконденсатных месторождениях является процесс сепарации. Процесс сепарации во многом определяет эффективность последующих промышленных технологических процессов (абсорбция, адсорбция, низкотемпературная сепарация), а также качество и количество получаемых газа и газового конденсата для последующего транспорта и заводской переработки, а также надежную и безопасную работу дожимных компрессорных станций [25].

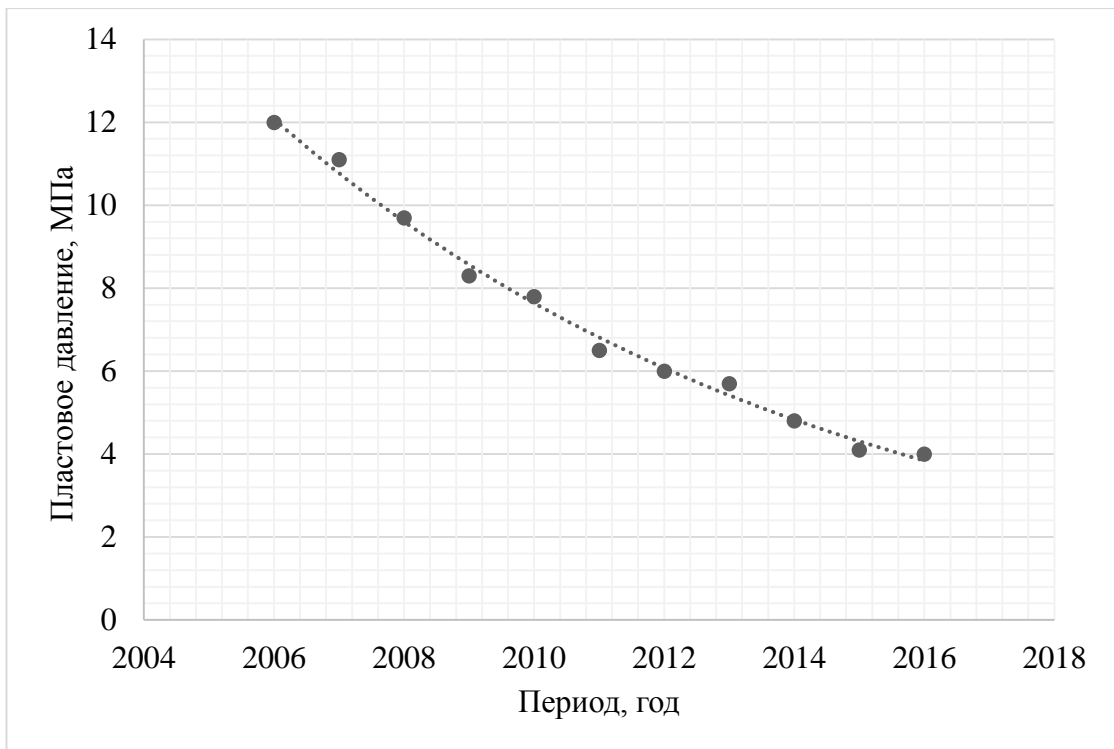
Фактор давления играет главную роль в газовой промышленности, так как именно под его действием газ перемещается с промыслов на завод, проходит все ступени подготовки и поступает в линию товарного газа. Высокое давление позволяет охлаждать газ до низких температур.

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

В процессе эксплуатации и с внедрением нового закона РФ об использовании попутного нефтяного газа, появилась необходимость модернизации узла охлаждения газа с использованием эжектора «газ–газ». Эжектор был внедрен в технологическую схему как запасная линия дросселя и служил в первую очередь для утилизации низконапорного газа, поступающего с разделителей жидкости и УДСК.

«Содержит коммерческую тайну предприятия»



«Содержит коммерческую тайну предприятия»

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б7Г1	Хохуля Антон Николаевич

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы	Отделение нефтегазового дела ИШПР
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти

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

1. Стоимость ресурсов проводимого исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Оклады в соответствии с окладами сотрудников ТПУ</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- районный коэффициент – 1,3; - коэффициент дополнительной заработной платы – 1,12
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>Общая система налогообложения. Отчисления во внебюджетные фонды – 30,2%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	<i>Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, проведение SWOT-анализа</i>
2. Планирование и формирование бюджета	<i>Формирование плана и графика проекта: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка диаграммы Ганта. Формирование бюджета затрат проекта.</i>
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	<i>Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.05.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А.	д-р экон. наук		27.05.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б7Г1	Хохуля А. Н.		27.05.2022

В перспективе основными потребителями результатов данной работы будут нефтегазовые компании. Как выглядит сегментирование в случае данного метода, представлено в Таблице 11.

Таблица 11 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Нефтегазовые компании	Установка подготовки газа на истощающихся нефтегазоконденсатных месторождениях
	Оптимизация технологической схемы установки подготовки газа

В таблице 12 представлена информация о цели и результатах проекта, и критериях достижения целей.

Таблица 12 –Цель и результаты проекта

<u>Цель проекта:</u>	Анализ эффективности низкотемпературного режима осушки природного газа на М нефтегазоконденсатном месторождении (Томская область).
<u>Ожидаемые результаты проекта:</u>	Оптимизация технологической схемы установки подготовки газа
<u>Критерии приемки результата проекта:</u>	Доступность
	Удобство и простота использования
	Надёжность
	Универсальность
	<u>Требование:</u>
<u>Требования к результату проекта:</u>	Соблюдение требований к документации
	Возможность изменения составляющих анализа
	Стоимость проекта должна быть сопоставима по цене с аналогичными, или быть ниже

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный раздел посвящен конкурентоспособности исследования. Позиция разработки и конкурентов оценивается по пятибалльной шкале, с

шагом 1 балл, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;
 B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Где вес показателя – это важность фактора (по пятибалльной шкале), деленная на сумму важностей всех факторов.

Для проведения оценки конкурентоспособности исследования будет использована оценочная карта, представленная в таблице 13, где $b_{к1}$ – альтернативная разработка, $b_{к2}$ – текущий проект.

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения разработок

Факторные признаки (P _j)	Вес критерия (w _j)	Баллы		Конкурентоспособность	
		b _{к1}	b _{к2}	B _{к1}	B _{к2}
Технические критерии оценки					
1. Помехоустойчивость	0,02	4	4	0,08	0,08
2. Минимальная дозовая нагрузка на критические органы	0,1	3	5	0,3	0,5
3. Простота эксплуатации	0,3	4	5	1,2	1,5
4. Отсутствие дорогостоящего оборудования	0,1	3	4	0,3	0,4
5. Наличие отходов	0,08	2	2	0,16	0,16
Экономические критерии оценки					
1. Цена	0,1	4	5	0,4	0,5
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,25	4	5	1	1,25
3. Финансирование научной разработки	0,05	4	4	0,2	0,2
Итого	1	-	-	3,34	4,59

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что разработка более конкурентоспособна и ресурсоэффективна. Проведение проекта целесообразно, так как он обладает рядом преимуществ: универсальность, безопасность, быстрота и простота в эксплуатации.

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ - Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта [28].

SWOT-анализ заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Первый этап SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии;</p> <p>С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями;</p> <p>С3. Экологичность технологии изготовления;</p> <p>С4. Актуальность научного исследования.</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований;</p> <p>Сл2. Большое количество конкурентов;</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию;</p> <p>Сл4. Вероятность получения брака.</p>
--	---	---

<p>Возможности:</p> <p>В1. Создание новых технологий получения целевого продукта;</p> <p>В2. Развивающиеся конкурентные отношения;</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок;</p> <p>В4. Сокращение численности безработных.</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства;</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p>		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Каждый фактор помечается знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения «+» или «-». Интерактивные матрицы представлены в таблицах 15 –18.

Таблица 15 – Интерактивная матрица «Сильные стороны и возможности»

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

Таблица 16 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	+	+
	B2	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-

Таблица 17 – Интерактивная матрица «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	-	+	-	-
	У2	-	+	-	-

Таблица 18 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	-	-	+
	У2	-	-	-	-

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, которая представлена в таблице 19.

Таблица 19 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии</p> <p>С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С3. Экологичность технологии изготовления</p> <p>С4. Актуальность научного исследования.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.</p> <p>Сл2. Большое количество конкурентов</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.</p> <p>Сл4. Вероятность получения брака.</p>
<p>Возможности</p> <p>B1. Создание новых технологий получения целевого продукта</p> <p>B2. Развивающиеся</p>	<p>Направления развития</p> <p>B2C2C3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>B1Cл3Cл4Cл5.</p> <p>Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку</p>

конкурентные отношения В3. Повышение стоимости конкурентных разработок В4. Сокращение численности безработных	соответствует потенциальному спросу на новые разработки. В3С2С4. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции и экологичность технологии являются хорошим основанием для внедрения технологии в аэрокосмической области. В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.	и предотвратить появление брака.
Угрозы У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства	Угрозы развития У1С2.Повышение конкурентоспособности из-за низкой стоимости материалов. У2С2.Бюджетное производство и актуальность могли бы устранить экономические трудности продвижения проекта.	Уязвимости: У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.

Благодаря проведенному SWOT-анализу можно сделать вывод о том, что в основном трудности и проблемы в реализации проекта можно решить за счет имеющихся сильных сторон и возможностей. Однако, имеется необходимость в дополнительном финансировании.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- 1) определение структуры работ в рамках научного исследования;
- 2) определение количества исполнителей для каждой из работ;
- 3) установление продолжительности работ;
- 4) построение графика проведения научных исследований.

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлен в таблице 20.

Таблица 20 – 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

4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Далее приведен календарный план-график с диаграммой Ганта на основе календарного плана проекта (рисунок 3). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках НИР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.



Рисунок 3 – Диаграмма Ганта на основе календарного плана проекта

Общее число календарных дней, в течении которых выполнялась работа – 102; число календарных дней, в течении которых работал бакалавр – 98, руководитель – 20.

4.3. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением.

В этой работе использовалась группировка затрат по следующим статьям:

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

4.3.1 Материальные затраты

Основной материальными затратами данного проекта являются затраты на документацию. Результаты по материальным затратам представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	340	4	1 200
Картридж для лазерного принтера	3 490	1	3 490
Итого:			8 290

4.3.2 Затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по данной теме.

Какое-либо специальное оборудование для работы дополнительно не закупалось. В данном разделе будет осуществляться расчет амортизации оборудования, которое было приобретено еще до начала выполнения работ.

Ежегодную сумму амортизационных отчислений рассчитывают следующим образом:

$$A = \frac{C_{\text{перв}} \cdot H_a \cdot t}{365 \cdot 100},$$

где A – ежегодная сумма амортизационных отчислений;

$C_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость объекта;

$H_a = 100/T_{\text{сл}}$ – норма амортизационных отчислений;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы;

t – время использования оборудования

Все расчеты по приобретению оборудования, имеющегося в организации, но используемого для исполнения данных экспериментов, сводятся в таблицу 22

Таблица 22 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Дни эксплуатации	Срок службы, лет	Стоимость оборудования, тыс.руб.	Амортизационные отчисления, руб.
1	Персональный компьютер фирмы ASUS	55	8	141	26927,1
Итого:					26927,1

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей

В данном разделе рассчитывается заработная плата работников, которые напрямую связаны с реализацией исследования. Статья включает заработную плату по окладу, дополнительную заработную плату, а также премии и доплаты.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя) среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\partial}},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб.дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (Таблица 23).

Таблица 23 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
– выходные дни	52	52
– праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
– отпуск	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 24.

Таблица 24 –Расчёт основной заработной платы за время проекта

Исполнители	$Z_{б}$, руб.	k_p	$Z_{м}$, руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	44400	1,3	57200	2360,6	62	146359,4
Бакалавр	23800	1,3	30940	982,2	159	156169,8
Итого: 302458 руб.						

4.3.4 Дополнительная заработная плата

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 (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.) [29].

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, равный 0,12;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 25 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 25 – Заработная плата исполнителей проекта

Заработная плата	Руководитель	Студент (инженер)
Основная зарплата	146359,4	156169,8
Дополнительная зарплата	17563,2	18740,4
Зарплата исполнителя	163922,8	174910,2
Итого по статье: 338832,3 руб.		

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равный 0,302.

Результаты отчислений во внебюджетные фонды представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Студент (инженер)
Основная заработная плата, руб.	146359,4	156169,8
Дополнительная заработная плата, руб.	17563,2	18740,4
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	

Итого	49504,7	52822,9
Итого по статье: 102327 руб.		

4.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 27 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления во внебюджетные фонды	Итого без накладных расходов
26927,1	8290	302458	42385	102327	482387,1

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр},$$

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

Сведем все затраты по статьям в таблицу 28.

Таблица 28– Бюджет затрат проекта

№ п/п	Наименование статьи	Сумма, руб.
1	Материальные затраты	8290
2	Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных работ)	26927,1
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	302458
4	Затраты на дополнительной заработной плате исполнителей темы	42385
5	Отчисления во внебюджетные фонды	102327
6	Накладные расходы	19295,484
Бюджет затрат проекта: 501682 руб.		

Таким образом, плановая себестоимость проекта составляет 501682 рублей. Основные затраты приходятся на заработную плату исполнителей проекта.

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{фин}^{испi} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}},$$

где $I_{фин}^{испi}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения проекта (в т.ч. аналоги).

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

Так как разработка имеет два исполнения, то:

$$I_{фин}^{Исн1} = \frac{501682}{850000} = 0,59$$

$$I_{фин}^{Исн2} = \frac{703500}{850000} = 0,83$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i,$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в форме таблицы (таблица 29), где Исп.1 – текущий проект, Исп.2 – альтернативное исследование.

Таблица 29– Оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Оценка Исп. 1	Оценка Исп. 2
Трудоемкость изготовления		0,3	5	3
Удобство в эксплуатации		0,15	4	4
Универсальность		0,1	4	3
Надежность		0,2	4	4
Материалоемкость		0,25	5	2

$$I_{p-Исп.1} = 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 = 4,55$$

$$I_{p-Исп.2} = 3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,25 = 3,1$$

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

$$I_{Исп.i} = \frac{I_{p-Исп.i}}{I_{фин}}$$

Таблица 30– Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп. 1	Исп. 2
Интегральный финансовый показатель разработки	0,59	0,83
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55	3,1
Интегральный показатель эффективности	7,8	3,7

Как видно из расчетов, текущее исполнение, является наиболее оптимальным и целесообразным решением

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа 3-2Б7Г1		ФИО Хохуля Антон Николаевич	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело. Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти

Тема ВКР:

<i>Анализ эффективности процесса осушки газа на примере М нефтегазоконденсатного месторождения (Томская область)</i>	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение	<p><i>Объект исследования:</i> промышленная установка комплексной подготовки газа (УКПГ) с применением осушки газа методом низкотемпературной сепарации.</p> <p><i>Область применения:</i> энергетика, электростанции Рабочая зона: производственное помещение Размеры помещения: 50x100x10 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> подогреватель высокого давления, блочный щит управления.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> контроль параметров и исправности ПВД дистанционно из кабины МОТО, во время плановых обходов оборудования, переключение оборудования</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:	<p>Правовые норма согласно ТК РФ, N197-ФЗ</p> <p>Организационные мероприятия приработе за ПЭВМ</p>
2. Производственная безопасность при эксплуатации:	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> — работа с вредными веществами; — превышение уровней шума; — превышение уровня вибрации; — недостаточная освещенность рабочей зоны; — психофизиологические перегрузки: физические нервно-психические перегрузки, перенапряжение анализа-торов, монотонность труда.загазованность воздушной среды; <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> — электробезопасность (электрический ток, короткое замыкание, статическое эл-во) — работа на высоте; — повышенная или пониженная температура поверхности оборудования; — Острые кромки, заусенцы и шероховатость наповерхности оборудования; — Движущиеся машины, механизмы оборудования <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: тепловая изоляция трубопроводов, использование защитных костюмов, виброизолирующие рукавицы, перчатки виброизолирующая</p>

	обувь, беруши, наушники, защитные ограждения.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на селитебную зону: I класс опасности. Одна СЗЗ располагается на расстоянии 50 км от месторождения. Воздействие на литосферу: происходит из-за утилизации отходов при выходе из строя компонентов устройства, утилизация люминесцентных ламп, микросхем, нарушение естественного залегания пород Воздействие на гидросферу: продукты жизнедеятельности персонала, сбросы нефтепродуктов Воздействие на атмосферу: выбросы, выхлопные газы.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Перечень возможных ЧС на объекте: техногенного характера – пожары и взрывы в зданиях, транспорте; выбросы опасных веществ, внезапные обрушения зданий. выбор наиболее типичной ЧС: – пожар;
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
31.05.2022	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		31.05.22

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б7Г1	Хохуля Антон Николаевич		31.05.22

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данной работе объектом исследования является промышленная установка комплексной подготовки газа (УКПГ) с применением осушки газа методом низкотемпературной сепарации. Установка предназначена для сбора, подготовки газа и конденсата на газоконденсатных месторождениях.

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

В разделе рассмотрены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на процесс исследования, правовые и организационные вопросы, а также мероприятия в чрезвычайных ситуациях.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные

Вахтовый метод – форма проведения трудового процесса, когда человеку, выполняющему свою работу, не может быть обеспечено ежедневное возвращение на место постоянного проживания.

Работа вахтовым методом регламентирована главой 47 трудового кодекса Российской Федерации (ст. 297–302) [47].

В период нахождения на объекте производства работники проживают в специально созданных работодателем вахтовых поселках. Вахтовый поселок данного месторождения представляет собой общежитие для временного обеспечения жизнедеятельности работников. Работодатель в обязательном порядке обеспечивает работника всеми необходимыми, для

выполнения его должностных обязанностей СИЗ, спецодеждой и инструментом.

Размер и порядок выплаты надбавки за вахтовый метод работы в федеральных государственных органах, федеральных государственных учреждениях устанавливаются нормативными правовыми актами Правительства Российской Федерации.

5.1.2 Организационные

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя или стоя или в положениях и сидя, и стоя.

При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- Физическую тяжесть работ;
- Размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- Технологические особенности процесса выполнения работ.

Рабочее место при выполнении работ в положении сидя и стоя должно соответствовать необходимым требованиям. Уровни физических, химических и биологических опасных и вредных производственных факторов, генерируемых производственным оборудованием в рабочую зону, а также воздействующих на работающего при непосредственном контакте с элементами конструкции, должны соответствовать требованиям безопасности, установленным нормативно – технической документацией, утвержденной в установленном порядке. Конструкция производственного оборудования должна обеспечивать оптимальное распределение функций между человеком и производственным оборудованием с целью обеспечения безопасности, ограничения тяжести и напряженности труда, а также обеспечения высокой эффективности функционирования системы «человек – производственное оборудование» [48].

5.2 Производственная безопасность

При выполнении работ, связанных с контролем за технологическим процессом подготовки газа и обслуживании технологического оборудования могут возникать определенные вредные и опасные факторы (Таблица 29), формирующиеся в ходе выполнения работы в сфере нефтегазовой промышленности [30].

Таблица 29 – Возможные опасные и вредные факторы на каждом из этапов работ

Факторы	Нормативные документы
1. Работа с вредными веществами	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности; СанПиН 1.2.3685-21. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
2. Превышение уровней шума	ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация; ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности; СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.
3. Превышение уровня вибрации	ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
5. Психофизиологические перегрузки: физические нервно-психические перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда	МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»; Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
6. Электробезопасность (электрический ток, короткое замыкание, статическое эл-во)	ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2019 Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Общие

	требования ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
7. Работа на высоте	ГОСТ Р 12.3.050-2017. Система стандартов безопасности труда. Строительство. Работы на высоте. Правила безопасности
8. Повышенная или пониженная температура поверхности оборудования	СанПиН 2.2.3.1384-03. 2.2.3. Гигиена труда. Предприятия отдельных отраслей промышленности, сельского хозяйства, связи. Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы
9. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности оборудования	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования. ГОСТ 12.4.280-2014 ССБТ. Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий.
10. Движущиеся машины, механизмы оборудования	ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности

5.3 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

5.3.1 Воздействие вредного вещества на организм человека

Опасность и вредность работы на установке обусловлена применением вредных и токсичных продуктов: газ-метан с примесями азота, углекислого газа; конденсат; водометанольная смесь.

Метан удушлив, а смеси с воздухом при концентрации от 4 до 17% по объёму—взрывоопасен. Газ при не герметичности оборудования, трубопроводов в аварийных ситуациях может выделяться в пространство рабочих помещений, в воздух рабочей зоны на наружных установках, создавая при этом пожарную и взрывную опасность. При сепарации газожидкостной смеси на входе УКПГ и в процессе низкотемпературной сепарации выделяется газовый конденсат.

В качестве ингибитора гидрообразования используется метанол с концентрацией 80-95%. Метанол-сильный яд, действующий на нервную и

сердечно сосудистую системы человека. В смеси с воздухом при концентрации от 5,5 до 36,5% объёмных взрывоопасен. Предельно допустимая концентрация метанола в воздухе рабочей зоны производственных помещений 5 мг/м³.

Для работы с вредными условиями труда, связанными с агрессивными средами, загрязнениями, повышенными температурами, влажностью, рабочим установки выдается спец. одежда, спец. обувь и другие средства индивидуальной защиты.

- Для защиты рук от воздействия вредных и агрессивных сред применяются рукавицы или голицы с кислотостойкой пропиткой.
- Для защиты органов дыхания используют противогазы и респираторы.
- Для защиты глаз применяют защитные очки.
- Для предохранения кожи открытых частей тела от производственных вредностей необходимо применять защитные мази.

Для работы внутри технологического оборудования в обязательном порядке использовать только шланговые противогазы. Каждый противогаз за обслуживающим противогазом закреплен индивидуально.

5.3.2 Шум

Превышение уровня шума возникает при работе механических и электромеханических изделий.

Для оценки шумовой обстановки допускается использовать числовую характеристику, называемую уровнем звука (измеряется в дБ).

Для данной рабочей зоны уровень звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц не должен превышать допустимых значений приведенных в таблице 30

[31].

Таблица 30 – Уровни звукового давления для данной рабочей зоны

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Рабочие места в цеховых помещениях, лабораториях	93	79	70	63	58	55	52	50	49

Измерение шума производится при помощи шумомеров.

Коллективные способы защиты:

- разработка шумобезопасной техники;
- средства, снижающие шум в источнике возникновения;
- средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта.

Средства индивидуальной защиты по:

Противошумные вкладыши, противошумный шлем, противошумные наушники [32]

5.3.3 Вибрация

Источник возникновения фактора: обслуживание промышленного оборудования в цехе подготовки газа.

По своей природе данный фактор является физическим. Под вибрацией понимают возвратно–поступательное движение твердого тела.

Нормирование осуществляется в зависимости от категории рабочих мест. Условия труда оператора ТУ соответствуют категории вибрации 3 тип «а».

Данные о нормах уровня вибрации регламентируются

представлены в таблице 31 [33,34].

Таблица 31 — Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора. Общая вибрация, категория 3, тип «а»

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Нормативные значения в направлениях X_0, Y_0							
	виброускорения				виброскорости			
	$m \times c^{-2}$		дБ		$m \times c^{-2} \times 10^{-2}$		дБ	
	в 1/3-окт.	в 1/1-окт.	в 1/3-окт.	в 1/1-окт.	в 1/3-окт.	в 1/1-окт.	в 1/3-окт.	в 1/1-окт.
1,6	0,09	0,14	99	103	0,9	1,3	105	108
2,0	0,08		98		0,64		102	
2,5	0,071		97		0,46		99	
3,15	0,063	0,1	96	100	0,32	0,45	96	99
4,0	0,056		95		0,23		93	
5,0	0,056		95		0,18		91	
6,3	0,056	0,11	95	101	0,14	0,22	89	93
8,0	0,056		95		0,12		87	
10,0	0,071		97		0,12		87	
12,5	0,09	0,20	99	106	0,12	0,2	87	92
16,0	0,112		101		0,12		87	
20,0	0,140		103		0,12		87	
25,0	0,18	0,40	105	112	0,12	0,2	87	92
31,5	0,22		107		0,12		87	
40,0	0,285		109		0,12		87	
50,0	0,355	0,80	111	118	0,12	0,2	87	92
63,0	0,445		113		0,12		87	
80,0	0,56		115		0,12		87	

Средства коллективной защиты: вынесение шумящих агрегатов и устройств от мест работы; уменьшение уровня вибрации в источнике возникновения.

Средства индивидуальной защиты: беруши, наушники, виброгасящие рукавицы.

5.3.4 Освещенность

Недостаточная освещенность рабочей зоны также считается одним из факторов, влияющих на работоспособность человека. Для промышленных

предприятий оптимальная освещенность территории и помещений является важной и непростой технической задачей, решение которой обеспечивает нормальные гигиенические условия для работающего персонала. Правильно подобранные источники света и их проектирование создают условия для производственного труда, корректности выполнения технологических операций, соблюдения правил и техники безопасности.

Главной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

Внутри помещений по способу размещения светильников и распределению освещенности различают следующие системы искусственного освещения: общее и комбинированное.

Общим называется освещение, светильники которого освещают всю площадь помещения, как занятую оборудованием или рабочими местами, так и вспомогательную. В зависимости от расположения светильников различают равномерное и локализованное общее освещение. При общем равномерном освещении светильники располагаются в верхней зоне помещения равномерно, обеспечивая тем самым одинаковую освещенность всего помещения. Оно применяется, как правило, когда расположение рабочих зон при проектировании неизвестно либо при гибкой планировке. При общем локализованном освещении светильники размещают с учетом расположения технологического оборудования, создавая на отдельных поверхностях требуемый уровень освещения.

Комбинированная система освещения состоит из общего и местного освещения. Общее освещение предназначено для освещения проходов и участков, где работы не производятся, а также для выравнивания яркости в поле зрения работающих. Местное освещение обеспечивается светильниками, располагаемыми непосредственно на рабочих местах. Ему следует отдавать предпочтение, если в нескольких рабочих зонах помещения должны решаться различные зрительные задачи и поэтому для них требуются различные уровни

освещенности. Оно также необходимо, когда рабочие места территориально отдалены друг от друга. При этом следует иметь в виду, что устройство только местного освещения недопустимо, так как оно создает большую разность освещенности рабочих поверхностей и окружающего пространства, что неблагоприятно сказывается на зрении [35].

Освещение производственных и вспомогательных объектов предусматривается согласно «Отраслевым нормам искусственного освещения предприятий нефтяной и газовой промышленности» [36].

При проведении работ в данной рабочей зоне, необходимо поддерживать освещенность не ниже 50 лм, что соответствует разряду проводимых зрительных работ VIIIб.

К средствам нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест относятся: источники света, осветительные приборы, световые проемы, светозащитные устройства, светофильтры.

5.3.5 Психофизиологические перегрузки

Источник возникновения фактора: все виды работ, связанные с тяжёлым физическим трудом, выполнение травмо-, взрыво-, пожаро-, электро- и газоопасных работ (ответственность за безопасность людей).

Под физическими перегрузками в операторской деятельности понимают физическую, динамическую нагрузку, массу поднимаемого груза вручную, рабочую позу, наклоны корпуса, частота перемещения в пространстве.

Количественную оценку тяжести и напряженности трудового процесса следует проводить в соответствии с Руководством 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [37].

5.3.6 Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества согласно [41]. Электрический ток, проходя через тело человека, производит тепловое, химическое и биологическое воздействие, тем самым нарушая нормальную жизнедеятельность. Работники, принимаемые для выполнения работ в электроустановках, должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы.

Поражение электрическим током возникает при соприкосновении с электрической цепью, в которой присутствуют источники напряжения и/или источники тока, способные вызвать протекание тока по попавшей под напряжение части тела. Обычно чувствительным для человека является пропускание тока силой более 1 мА. Кроме того, на установках высокого напряжения возможен удар электрическим током без прикосновения к токоведущим элементам, в результате утечки тока или пробоя воздушного промежутка с образованием электрической дуги.

В рамках текущей работы не производились контакты с открытыми источниками электрического тока.

5.3.7 Работа на высоте

К работам на высоте относятся работы, когда:

а) существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты 1,8 м и более;

б) работник осуществляет подъем выше 5 м или спуск, превышающий по высоте 5 м, по вертикальной лестнице, угол наклона которой к горизонтальной поверхности более 75°;

в) работы производятся на площадках на расстоянии ближе 2 м от не ограждённых перепадов по высоте более 1,8 м, а также если высота ограждения этих площадок менее 1,1 м;

г) существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты менее 1,8 м, если работа проводится над машинами или механизмами, поверхностью жидкости или сыпучих мелкодисперсных материалов, выступающими предметами.

Данный фактор может привести к различным травмам всего тела. Для обеспечения безопасности работы на высоте используют: соединительно-амортизирующие средства, привязь, анкерное устройство.

До начала проведения работ работники проходят:

а) Инструктаж по охране труда (ежеквартально);

б) Обучение безопасным методам и приёмам выполнения работ: первичное обучение - при приёме на работу с прохождением стажировки, периодическое обучение - ежегодно;

в) Обучение и проверку знаний требований охраны труда (ежегодно).

5.3.8 Повышенная или пониженная температура поверхности оборудования

При проведении работ постоянно приходится находиться в помещении с огромным количеством различного оборудования. Большая часть оборудования, которое регулярно необходимо обслуживать и контролировать правильность выполнения технологического процесса, работает при очень высоких и минимально низких температурах. Отсюда появляется вероятность получения ожога и отморожения при контакте с горячим или холодным оборудованием.

Конструкция производственного оборудования должна исключать опасность, вызываемую контактом горячих частей и разбрызгиванием горячих обрабатываемых и (или) используемых при эксплуатации материалов и

веществ. Если конструкция не может полностью обеспечить исключение такой опасности, то эксплуатационная документация должна содержать требования об использовании средств защиты, не входящих в конструкцию (оградительные, защитные устройства, знаки безопасности).

Коллективные средства защиты:

- Оградительные устройства;
- Защитные устройства;
- Знаки безопасности
- Индивидуальные средства защиты [18]:
- Спецодежда;
- Спецобувь;
- Защитная каска;
- Очки термостойкие;
- Термостойкие перчатки;

5.3.9 Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности оборудования

При обслуживании оборудования некоторые части могут иметь острые кромки, заусенцы и шероховатости, откуда возникает риск получения травм.

Элементы конструкции производственного оборудования не должны иметь острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями, представляющих опасность травмирования работающих, если их наличие не определяется функциональным назначением этих элементов. В последнем случае должны быть предусмотрены меры защиты работающих.

Коллективные средства защиты: оградительные, защитные устройства, знаки безопасности.

Средства защиты индивидуальные: каска защитная, перчатки, сапоги, спецодежда, очки защитные.

5.3.10 Движущиеся машины, механизмы оборудования

К движущимся частям оборудования относятся:

- подвижные столы и стойки станков (фрезерные, сверлильные станки);
- вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом;

- ходовые винты;

- различные передачи (зубчатые, ременные и др.) вне корпусов станков.

Для защиты от стружки при обработке на каждой операции техпроцесса применены индивидуальные средства защиты: защитные очки, крючок-рапира и щетка-сметка.

Одним из условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования для рабочего в ходе технологического процесса. Для выполнения этого условия предусмотрены следующие мероприятия:

- установка защитных устройств - местные ограждения, крышки, кожуха и др.

- крупногабаритные перемещающиеся части оборудования и транспортные устройства окрашены чередующимися под углом 45° полосами желтого и черного цветов;

- на наружной стороне ограждений нанесен предупреждающий знак опасности;

- установлены тормозные устройства, обеспечивающие остановку шпинделя в течение не более 5 с, для этого применены колодочные тормозные устройства и торможение электродвигателя противовключением.

5.4 Экологическая безопасность

Селитебная зона

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

Атмосфера

В ходе технологической подготовки газа, возникают ситуации, когда необходимо попутный газ отводить на факела низкого давления.

При горении факела низкого давления в атмосферу выбрасывается сажа (С), диоксид азота (NO₂), оксид углерода (CO₂) и метан (CH₄). Эти вещества создают серьезные проблемы с точки зрения защиты окружающей среды, а сжигание метана ведет к неэффективному использованию товарного продукта.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 8 ноября 2012 г. №1148, не менее 95% попутного газа (ПГ) должно использоваться рационально, лишь 5% возможно сжигать на факелах. В случае неисполнения данных норм недропользователь облагается штрафами, размеры которых ежегодно возрастают [15].

Так или иначе при сжигании даже регламентированных количеств попутного газа происходит загрязнение атмосферы.

В качестве борьбы с загрязнением атмосферы в данной выпускной квалификационной работе предлагает внедрить в технологическую схему блочную компрессорную станцию (БКС), на которую будет отводиться до 100% газа, ранее отводившегося на факел низкого давления. Поступающий газ на БКС будет с пользой использован в технологической схеме подготовки.

Гидросфера

При подготовке газа, поступаемая продукция в технологический модуль подготовки газа содержит в своем составе большое количество воды, которая в ходе подготовки газа отделяется. Извлеченную на поверхность пластовую воду повторно используют для закачки в пласт, поэтому для предотвращения загрязнения гидросферы данную воду необходимо как можно лучше отделить от газа, механических примесей, солей и закачать ее снова в пласт через нагнетательные или специально пробуренные поглощающие скважины. Вода, предназначенная для закачки в пласт, после очистки должна соответствовать требованиям качества ОСТ 39–225–88 (таблица 32).

Таблица 32 – Допустимое содержание примесей в воде

Вид коллектора	Допустимое содержание в воде, мг/л		
	нефти	Механических примесей	железа
Трещиноватый	25	30	2
Слаботрещиноватый	15	10	1
Пористый	1	2	0,5

Сброс пластовых вод без тщательной их очистки в открытые водоемы и реки может привести к полному уничтожению флоры и фауны.

Литосфера

На этапе технологической подготовки газа не происходит нанесение ущерба литосфере, а именно: отсутствуют твердые отходы и соответственно их сбор; в связи с отсутствием отходов нет необходимости в их захоронении.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [44]. Есть два вида чрезвычайных ситуаций:

- техногенная;
- природная.

К техногенным ЧС можно отнести пожары, взрывы, диверсии, выбросы ядовитых веществ. К природным ЧС относятся природные катаклизмы. Наиболее вероятной техногенной ЧС являются пожары.

К опасностям несчастного случая относится внезапный и неуправляемый источник энергии: двигающийся предмет, неуправляемое движение или энергия.

Научно-исследовательская работа проходила в аудитории.

Рассмотрим возможные аварийные ситуации, а именно:

- возникновение пожара;
- удар электрическим током;
- падение с высоты собственного роста;
- падение с лестницы.

Аварийные ситуации и мероприятия по их предотвращению и ликвидации последствий представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Аварийные ситуации и мероприятия по их предотвращению и ликвидации последствий.

№	Аварийная ситуация	Мероприятия по предотвращению	Мероприятия по ликвидации последствий аварийной ситуации
1	Травмирование по причине падения с высоты собственного роста	1. Содержание помещения в надлежащем порядке. 2. Ограничение рабочего пространства. 3. Своевременное проведение инструктажа.	1. Осмотреть или опросить пострадавшего; 2. При необходимости вызвать скорую помощь; 3. При необходимости остановить кровотечение; 4. При подозрении перелома позвоночника у пострадавшего, необходимо обеспечить пострадавшему полный покой в положении лежа на спине до оказания квалифицированной медицинской помощи.
2	Травмирование по причине падения с лестницы	1. Установка поручней на лестницу. 2. Покрытие ступенек лестницы антискользящим покрытием. 3. Своевременное проведение инструктажа.	1. Вызвать скорую помощь; 2. При необходимости остановить кровотечение; 3. При подозрении перелома позвоночника у пострадавшего, необходимо обеспечить пострадавшему полный покой в положении лежа на спине до оказания квалифицированной медицинской помощи.
3	Травмирование по причине удара электрическим током	1. Заземление всех электроустановок. 2. Ограничение рабочего пространства. 3. Обеспечение недоступности токоведущих частей аппаратуры.	1. Быстро освободить пострадавшего от действия электрического тока; 2. Вызвать скорую помощь; 3. Если пострадавший потерял сознание, но дыхание сохранилось, его следует удобно

		4. Своевременное проведение инструктажа.	уложить, расстегнуть стесняющую одежду, создать приток свежего воздуха и обеспечить полный покой; 4. Если пострадавший потерял сознание, необходимо дать понюхать пострадавшему нашатырный спирт, сбрызнуть лицо водой, растереть и согреть тело; 5. При отсутствии дыхания нужно немедленно делать искусственное дыхание и массаж сердца.
4	Пожар	1. Своевременное проведение инструктажа. 2. Установление средств автоматического пожаротушения в помещениях. 3. Установка датчиков дыма и огня. 4. Обеспечение путей эвакуации и поддержание их в надлежащем состоянии. 4. Контроль работы электроприборов	1. Обесточить помещение, прекратить поступление воздуха; 2. Немедленно сообщить о пожаре дежурному или на пост охраны; 3. По возможности принять меры по эвакуации людей, тушению пожара и спасению материальных ценностей.

В данном разделе рассмотрены потенциальные аварийные ситуации, которые могут возникнуть при работе в аудитории. Рассмотрены мероприятия по предотвращению и ликвидации этих ситуаций, согласно [45].

Выводы по разделу

Значение всех производственных факторов на изучаемом рабочем месте соответствует нормам, которые также были продемонстрированы в данном разделе. Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать I группой допуска по электробезопасности. Присвоение группы I по электробезопасности производится путем проведения инструктажа, который должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током.

Категория тяжести труда на территории по СанПиН 1.2.3685-21

"Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к категории Ib (работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением).

Рассмотренный объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду, относится к объектам I категории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

Также можно сделать вывод проанализировав информацию по данному вопросу, что для оптимизации технологии подготовки газа путем низкотемпературной сепарации необходимо учитывать такие факторы, например, как объем добываемого газа, масштаб и нужды промысла, географическое расположение месторождения, стадия разработки месторождения.

«Содержит коммерческую тайну предприятия»

Анализируя конкретную ситуацию на установке комплексной подготовки газоконденсатного месторождения, для рационального использования газов дегазации рекомендовано внедрение в технологическую схему блочной компрессорной станции вместо действующих эжекторов для утилизации низконапорных газов.

За счет внедрения в технологическую схему блочной компрессорной станции объем сухого газа уменьшается на 50 тысяч м³/час.

В рамках работы рассчитана плановая себестоимость проекта, которая составляет 501682 рублей. Основные затраты приходятся на заработную плату исполнителей проекта.

Список используемых источников

1. Топливо-энергетический комплекс и реструктуризация экономики: монография / Н. К. Борисюк, Д. Ю. Воронова, А. В. Курлыкова [и др.]; под редакцией Н. К. Борисюка. — Оренбург : ОГУ, 2017. — 245 с.
2. Сукрушев, А. В. Производственно-экономические основы функционирования топливо-энергетического комплекса: учебное пособие / А. В. Сукрушев. — Севастополь : СевГУ, 2021. — 171 с.
3. Серебряков, А. О. Экологическое и геологическое моделирование месторождений : монография / А. О. Серебряков, О. И. Серебряков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 356 с.
4. Запорожец, Е. П. Процессы и оборудование в технологиях подготовки и переработки углеводородных газов : монография / Е. П. Запорожец, Н. А. Шостак, Е. Е. Запорожец. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 600 с.
5. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной экологии : учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 332 с.
6. Ветошкин, А. Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 512 с.
7. Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки : учебник / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 604 с.
8. Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Ю. А. Гужель. — Благовещенск : АмГУ, 2019 — Часть 3 : Массообменные процессы и аппараты — 2020. — 145 с.
9. Арыстанбекова, С. А. Современные методы анализа легкого углеводородного сырья и продуктов его переработки : монография / С. А.

Арыстанбекова, М. С. Лапина, А. Б. Волынский. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 340 с.

10. Голубева, И. А. Газоперерабатывающие предприятия России : монография / И. А. Голубева, И. В. Мещерин, Е. В. Родина ; под редакцией А. Л. Лapidуса. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 456 с.

11. Оборудование и инженерные сооружения для бурения, добычи и подготовки нефти и газа на море : учебное пособие / М. Ш. Арабов, З. М. Арабова, Ю. А. Максименко [и др.]. — Астрахань : АГТУ, 2020. — 276 с.

12. Николаев, А. И. Технологии переработки попутного нефтяного газа : учебное пособие / А. И. Николаев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 37 с.

13. Воробьева, Л. В. Основы нефтегазового дела : учебное пособие / Л. В. Воробьева. — Томск : ТПУ, 2017. — 202 с.

14. Разработка нефтегазоконденсатных месторождений : учебное пособие / составители Н. Р. Кривова [и др.]. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2018. — 260 с.

15. Жирнов, Б. С. Переработка углеводородных газов : учебное пособие : в 2 частях / Б. С. Жирнов. — Уфа : УГНТУ, 2019 — Часть 1 — 2019. — 95 с.

16. Земенков, Ю. Д. Справочник инженера по эксплуатации нефтегазопроводов и продуктопроводов : справочник / Ю. Д. Земенков. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2006. — 928 с.

17. Зайцев, В. И. Эксплуатация шельфовых месторождений : учебное пособие / В. И. Зайцев, Е. В. Аверкина. — Иркутск : ИРНИТУ, 2019. — 378 с.

18. Истомин В.А. Основные принципы нормирования и пути оптимизации расхода гликолей и метанола в условиях северных месторождений / В.А. Истомин // Подготовка и переработка газа и газового конденсата :Обз. Информ. / А.А. Истомин, В.А. Ставицкий. – М.: ИРЦ Газпром, 1998. – 51 с.;

19. Шапошников, В. В. Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебное пособие / В. В. Шапошников. — Краснодар : КубГТУ, 2019. — 191 с.
20. Поплыгин, В. В. Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти: введение в специальность : учебное пособие / В. В. Поплыгин. — Пермь : ПНИПУ, 2014.
21. Гидратообразование при строительстве и эксплуатации скважин : учебное пособие / В. П. Овчинников, Р. М. Ахтямов, Т. В. Юрецкая [и др.]. — Тюмень : ТИУ, 2020. — 80 с.
22. Системы автоматизации в газовой промышленности : учебное пособие / М. Ю. Прахова, Э. А. Шаловников, А. Н. Краснов [и др.] ; под общей редакцией М. Ю. Праховой. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 480 с.
23. ГОСТ 2222–78 Е [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200020559> – Дата доступа: 01.11.2022.
24. Decleave S – 1744 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mirrico.ru/products/demulsifiers-deccleave/#description>. – Дата доступа: 01.11.2022.
25. Кемпбел Д.М. Очистка и переработка газов.: пер. с англ. / Д.М. Кемпбел. – М.: Недра, 1977 – 349 с.
26. Технологический регламент. Участок комплексной подготовки газа М нефтегазоконденсатного месторождения, 525 с.
27. Л. В. Шишмина, О. В. Носова Методические указания. Расчет процессов и аппаратов сбора и подготовки продукции нефтяных и газовых скважин
28. Пивоваров С.Э. Операционный менеджмент / Пивоваров С.Э., Максимцев И.А., Рогова И.Н. – СПб: Питер, 2011. – 544 с.
29. 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.

Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

30. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: дата введения 2017-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071/> (дата обращения: 14.04.22). – Текст: электронный.

31. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1) – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200291> (дата обращения: 15.04.21). – Текст: электронный.

32. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях: дата введения 1999-03-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003003> (дата обращения: 15.04.22). – Текст: электронный.

33. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1): дата введения 1996-01-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/871001026> (дата обращения: 15.04.22). – Текст: электронный.

34. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (в ред. изм. № 1, утв. приказом МЧС России от 09.12.2010 № 643): дата введения 2009-05-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 16.04.2022). – Текст: электронный.

35. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 16.04.2022). – Текст: электронный.

36. ГОСТ 12.1.009-76. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения. – URL:

<http://docs.cntd.ru/document/5200278> (дата обращения: 16.04.22). – Текст: электронный.

37. ГОСТ Р12.1.019-2017. ССБТ Электробезопасность. – URL: <https://beta.docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения: 16.04.22). – Текст: электронный.

38. ГОСТ Р МЭК 61140-2000. Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200017996> (дата обращения: 16.04.2022). – Текст: электронный.

39. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009: дата введения 2009-09-01. – URL: <https://base.garant.ru/4188851/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 16.04.22). – Текст: электронный.

40. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения: 16.04.22). – Текст: электронный.

41. ГОСТ 32548-2013. Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Общие технические условия. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200110084> (дата обращения: 16.04.22). – Текст: электронный.

42. Вихревые воздуходувки / ООО «Инверс-Инжиниринг». – URL: <https://varp.pro/vozduhoduvki/vihrevye/varp-alpha-900x180/> (дата обращения: 16.04.22). – Текст: электронный.

43. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035579> (дата обращения: 17.04.22)

44. ГОСТ 12.1.029-80. Средства и методы защиты от шума. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200292> (дата обращения: 18.04.22). – Текст: электронный.

45. ГОСТ 12.4.026-76*. Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003391> (дата обращения: 18.04.22). – Текст: электронный.

46. ГОСТ 12.1.006-84 Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля: дата введения 1986-01-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200272> (дата обращения: 19.04.22). – Текст: электронный.

47. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями N 1, 2) [Текст]. – Введ. 01.01.1998 – Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2002. – 21 с.

48. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139176> (дата обращения: 20.04.2022). – Текст: электронный.