

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Повышение эффективности процесса низкотемпературной сепарации газа на Мыльджинском нефтегазоконденсатном месторождении (Томская область)

УДК 622.279.8:665.622.2(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Д	Хахель Владимир Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Носова Оксана Владимировна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Владимировна	К.Т.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Юлия Анатольевна			

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК(У)-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	И.УК(У)-1.1. Анализирует задачу, выделяет ее базовые составляющие
		И. УК(У)-1.2 Осуществляет поиск, выделяет и ранжирует информацию на основе системного подхода и методов познания для решения задач по различным типам запросов
		И.УК(У)-1.3 Обосновывает выводы, интерпретации и оценки о научных исследованиях, публикациях и т.д., на основе критериев и базовых методов аргументации
		И.УК(У)-1.4 Анализирует и контекстно обрабатывает информацию для решения поставленных задач с формированием собственных мнений и суждений; предлагает варианты решения задачи, анализирует возможные последствия их использования
		И.УК(У)-1.5 Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте
Разработка и реализация проектов	УК(У)-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	И.УК(У)-2.1. Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта
		И.УК(У)-2.2. Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения
		И.УК(У)-2.3. В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы
		И.УК(У)-2.4. Анализирует план-график реализации проекта в целом и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
		И. УК(У)-2.5. Контролирует ход выполнения проекта, корректирует план-график в соответствии с результатами контроля

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Командная работа и лидерство	УК(У)-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	И.УК(У)-3.1. Определяет свою роль в команде, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели
		И.УК(У)-3.2. Формулирует и учитывает в своей деятельности особенности поведения групп людей, выделенных в зависимости от поставленной цели
		И.УК(У)-3.3. Анализирует возможные последствия личных действий и планирует свои действия для достижения заданного результата
		И.УК(У)-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды; аргументирует свою точку зрения относительно использования идей других членов команды для достижения поставленной цели
		И.УК(У)-3.5. Участвует в командной работе по выполнению поручений
Коммуникация	УК(У)-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	И.УК(У)-4.1. Выбирает стиль делового общения, в зависимости от языка общения, цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия
		И.УК(У)-4.2. Осуществляет поиск необходимой информации для решения стандартных коммуникативных задач на государственном и иностранном языках
		И.УК(У)-4.3. Выполняет перевод профессиональных текстов с иностранного языка на государственный
		И.УК(У)-4.4. Ведет деловую переписку на государственном и иностранном языках с учетом особенностей стилистики официальных и неофициальных писем и социокультурных различий в формате корреспонденции
		И.УК(У)-4.5. Использует диалог для сотрудничества в академической коммуникации общения с учетом личности собеседников, их коммуникативно-речевой стратегии и тактики, степени официальности обстановки; формирует и аргументирует собственную оценку основных идей участников диалога (дискуссии) в соответствии с потребностями совместной деятельности

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Межкультурное взаимодействие	УК(У)-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально- историческом, этическом и философском контекстах	И.УК(У)-5.1. Интерпретирует историю России в контексте мирового исторического развития
		И.УК(У)-5.2. Находит и использует при социальном и профессиональном общении информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп
		И.УК(У)-5.3. Учитывает при социальном и профессиональном общении по заданной теме историческое наследие и социокультурные традиции различных социальных групп, этносов и конфессий, включая мировые религии, философские и этические учения
		И. УК(У)-5.4. Осуществляет сбор информации по заданной теме с учетом этносов и конфессий, наиболее широко представленных в точках проведения исследования; обосновывает особенности проектной и командной деятельности с представителями других этносов и (или) конфессий
		И.УК(У)-5.5. Придерживается принципов недискриминационного взаимодействия при личном и массовом общении в целях выполнения профессиональных задач и усиления социальной интеграции
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК(У)-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	И.УК(У)-6.1. Контролирует количество времени, потраченного на конкретные виды деятельности; вырабатывает инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, целей;
		И.УК(У)-6.2. Анализирует свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные и т.д.), для успешного выполнения порученной работы
		И.УК(У)-6.3. Находит и использует источники получения дополнительной информации для повышения уровня общих и профессиональных знаний
		И.УК(У)-6.4. Анализирует основные возможности и инструменты непрерывного образования применительно к собственным интересам и потребностям с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
		И.УК(У)-6.5. Определяет задачи саморазвития, цели и приоритеты профессионального роста; распределяет задачи на долго-, средне- и краткосрочные с обоснованием актуальности и анализа ресурсов для их выполнения
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК(У)-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	И.УК(У)-7.1. Выбирает здоровьесберегающие технологии для поддержания здорового образа жизни с учетом физиологических особенностей организма
		И.УК(У)-7.2. Планирует свое рабочее и свободное время для оптимального сочетания физической и умственной нагрузки и обеспечения работоспособности
		И.УК(У)-7.3. Соблюдает и пропагандирует нормы здорового образа жизни в различных жизненных ситуациях и в профессиональной деятельности
Безопасность жизнедеятельности	УК(У)-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	И.УК(У)-8.1. Анализирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений)
		И.УК(У)-8.2. Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках выполняемого задания
		И.УК(У)-8.3. Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; разъясняет мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций
		И.УК(У)-8.4. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; оказывает первую помощь, участвует в восстановительных мероприятиях
Дополнительная компетенция университета	УК(У)-9. Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи	И.УК(У)-9.1. Выявляет проблему, ставит цель для оптимального решения проблемы, находит и распределяет ресурсы для достижения цели, и достигает эту цель, воспринимая изменения внешней среды и гибко реагируя на эти изменения
		И.УК(У)-9.2. Разрабатывает коммерчески перспективный продукт на основе научно-технической идеи и ведет проектную деятельность по направлению профессиональной деятельности

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Применение фундаментальных знаний	ОПК(У)-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	И.ОПК(У)-1.1. Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного в инженерной деятельности
		И.ОПК(У)-1.2. Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики в инженерной деятельности
		И.ОПК(У)-1.3. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, основ оптики, квантовой механики и атомной физики в инженерной деятельности
		И.ОПК(У)-1.4. Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии
		И.ОПК(У)-1.5. Демонстрирует знание основ теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин и основ конструирования и применяет их при решении практических задач
		И.ОПК(У)-1.6. Демонстрирует знание основных правил построения и оформления эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов
		И.ОПК(У)-1.7. Выполняет эскизы, чертежи и схемы в соответствии с требованиями стандартов с использованием средств автоматизации проектирования
Техническое проектирование	ОПК(У)-2. Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	И.ОПК(У)-2.1. Участвует в сборе и обработке первичных материалов по заданию руководства проектной службы
		И.ОПК(У)-2.2. Анализирует ход реализации требований рабочего проекта при выполнении технологических процессов, в силу своей компетенции вносит корректировку в проектные данные

		И.ОПК(У)-2.3. Оценивает сходимость результатов расчетов, получаемых по различным методикам
		И.ОПК(У)-2.4. Обладает навыками работы с ЭВМ, используя новые методы и пакеты программ
Когнитивное управление	ОПК(У)-3. Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента	И.ОПК(У)-3.1. Использует основы логистики, применительно к нефтегазовому предприятию, когда основные технологические операции совершаются в условиях неопределенности
		И.ОПК(У)-3.2. Применяет на практике элементы производственного менеджмента
		И.ОПК(У)-3.3. Обладает навыками управления персоналом в небольшом производственном подразделении
		И.ОПК(У)-3.4. Находит возможность сочетания выполнения основных обязанностей с элементами предпринимательства
Использование инструментов и оборудования	ОПК(У)-4. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	И.ОПК(У)-4.1. Сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве
		И.ОПК(У)-4.2. Обрабатывает результаты научно- исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы
		И.ОПК(У)-4.3. Владеет техникой экспериментирования с использованием пакетов программ
Исследование	ОПК(У)-5. Способен решать задачи в области профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	И.ОПК(У)-5.1. Применяет современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности
		И.ОПК(У)-5.2. Использует знания о составах и свойствах нефти и газа, основные положения метрологии, стандартизации, сертификации нефтегазового производства
		И.ОПК(У)-5.3. Владеет методами оценки риска и управления качеством исполнения технологических операций
		И.ОПК(У)-5.4. Использует основные технологии поиска, разведки и организации нефтегазового производства в России и за рубежом, стандарты и

		ТУ, источники получения информации, массмедийные и мультимедийные технологии
Принятие решений	ОПК(У)-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	И.ОПК(У)-6.1. Демонстрирует знания сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, опасностей и угроз, возникающих в этом процессе, основных требований информационной безопасности
		И.ОПК(У)-6.2. Решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности
Применение прикладных знаний	ОПК(У)-7. Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами	И.ОПК(У)-7.1. Использует основные виды и содержание макетов производственной документации, связанных с профессиональной деятельностью

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Область и сфера профессиональной деятельности	Задача профессиональной деятельности	Основание - профессиональный стандарт, анализ опыта	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа	1. Формирование отчетности по добыче углеводородного сырья 2. Обеспечение технологического режима работы скважин	19.007 Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» (Утвержден приказом Минтруда России от 03.09.2018 № 574н); ОТФ А «Документационное обеспечение добычи углеводородного сырья»	ПК(У)–1. Способен осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	И.ПК(У)-1.1 Решает технические задачи и корректирует технологические процессы при эксплуатации скважин и линейных сооружений
	3. Обеспечение выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту нефтепромыслового оборудования 4. Выполнение диагностического обследования оборудования по добыче углеводородного сырья	19.007 Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» (Утвержден приказом Минтруда России от 03.09.2018 № 574н); ОТФ В «Обеспечение добычи углеводородного сырья»	ПК(У)–2. Способен проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	И.ПК(У)-2.1 Проводит диагностику, текущий осмотр и ремонт технологического оборудования, используемого в процессах добычи нефти, газа и газового конденсата
	5. Контроль и выполнение производственных показателей подразделениями по добыче нефти, газа и газового конденсата 6. Обеспечение оперативного и инженерного безопасного сопровождения технологического процесса	19.007 Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» (Утвержден приказом Минтруда России от 03.09.2018 № 574н); ОТФ В «Обеспечение добычи углеводородного сырья»	ПК(У)–3. Способен выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	И.ПК(У)-3.1 Выполняет работы по контролю безопасности для предотвращения и ликвидации аварийных ситуаций в технологических процессах добычи нефти, газа и газового конденсата

Область и сфера профессиональной деятельности	Задача профессиональной деятельности	Основание - профессиональный стандарт, анализ опыта	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
	добычи нефти, газа и газового конденсата			
	<p>7. Организационно-техническое обеспечение добычи углеводородного сырья</p> <p>8. Сбор, интерпретация и обобщение геолого-промысловой информации</p>	<p>19.007 Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» (Утвержден приказом Минтруда России от 03.09.2018 № 574н);</p> <p>ОТФ С «Организационно-техническое сопровождение углеводородного сырья»</p>	<p>ПК(У)–4. Способен применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности</p>	<p>И.ПК(У)–4.1 Сочетает геолого- промышленную теорию и практику при совершенствовании технологических операций и осуществлении процессов нефтегазового производства в области разработки и эксплуатации месторождений нефти и газа</p>
	<p>8. Сбор, интерпретация и обобщение геолого-промысловой информации</p> <p>9. Составление геологических отчетов</p>	<p>19.007 Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» (Утвержден приказом Минтруда России от 03.09.2018 № 574н);</p> <p>ОТФ С «Организационно-техническое сопровождение углеводородного сырья»</p> <p>19.021 Профессиональный стандарт «Специалист по промысловой геологии»</p> <p>ОТФ А «Комплексирование геолого-промысловых данных и построение моделей нефтегазовых залежей»</p>	<p>ПК(У)–5. Способен обеспечивать и контролировать выполнение показателей разработки месторождений и производственных процессов при эксплуатации скважин</p>	<p>И.ПК(У)–5.1 Обеспечивает заданные режимы, оперативный контроль за выполнением производственных показателей при разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений углеводородного сырья</p>

Область и сфера профессиональной деятельности	Задача профессиональной деятельности	Основание - профессиональный стандарт, анализ опыта	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
		<p>ОТФ В «Организация геолого-промысловых работ»</p>		
	<p>10. Подготовка предложений по повышению эффективности процесса добычи и работы оборудования по добыче углеводородного сырья</p> <p>11. Составление текущих планов по проведению геолого-промысловых работ и добыче углеводородного сырья</p>	<p>19.007 Профессиональный стандарт «Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата» (Утвержден приказом Минтруда России от 03.09.2018 № 574н);</p> <p>ОТФ В «Обеспечение добычи углеводородного сырья»</p> <p>19.021 Профессиональный стандарт «Специалист по промысловой геологии»</p> <p>ОТФ В «Организация геолого-промысловых работ»</p>	<p>ПК(У)-6. Способен обеспечивать выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту, диагностическому обследованию оборудования, проводить организационно-техническое обеспечение процесса добычи углеводородного сырья</p>	<p>И.ПК(У)-6.1 Участвует в организационно-техническом сопровождении работ по восстановлению работоспособности нефтегазопромыслового оборудования в сфере эксплуатации объектов добычи нефти и газа</p>

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: Нефтегазовое дело

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Максимова Ю.А.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б8Д	Хахель Владимир Андреевич

Тема работы:

Повышение эффективности процесса низкотемпературной сепарации газа на Мыльджинском нефтегазоконденсатном месторождении (Томская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.03.2022 №68-67/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022
------------------------------------------	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Технологическая схема УКПГиК Мыльджинского нефтегазоконденсатного месторождения; 2. Физико-химические свойства входного сырья; 3. Требования к качеству подготовки газа ОСТ 089-2010; 4. Технологический регламент участка подготовки газа Мыльджинского нефтегазоконденсатного месторождения; 5. Научная литература, нормативные документы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Геологическое строение и история эксплуатации Мыльджинского НГКМ; 2. Анализ существующих и применяемых схем низкотемпературной подготовки газа; 3. Моделирование и анализ работы установки низкотемпературной сепарации газа на Мыльджинском НГКМ;

	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 5. Социальная ответственность.
Перечень графического материала	1. Технологическая схема подготовки газа на УКПГиК Мыльджинского НГКМ; 2. Обзорная карта территории деятельности АО «Газпром Добыча Томск»; 3. Структурные карты пластов лицензионного участка Мыльджинского НГКМ. 4. Проектные показатели разработки МНГКМ.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	Кащук Ирина Вадимовна
7. Социальная ответственность.	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Носова Оксана Владимировна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Д	Хахель Владимир Андреевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 112 с., 33 рис., 26 табл., 30 источников.

Ключевые слова: ПРИРОДНЫЙ ГАЗ, ТОВАРНЫЙ ГАЗ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ПОДГОТОВКА ГАЗА, UNISIM DESIGN, ТУРБОДЕТАНДЕР, ОСУШКА, ДРОССЕЛИРОВАНИЕ, ТОЧКА РОСЫ, ПАДЕНИЕ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ.

Объектом исследования является установка комплексной подготовки газа и конденсата Мыльджинского нефтегазоконденсатного месторождения, а именно установка низкотемпературной сепарации газа.

Цель работы – исследование вопросов в области определения оптимальных параметров работы установки комплексной подготовки газа и конденсата, позволяющих осуществить максимальное извлечение конденсата и пропан-бутановой фракции из сырого газа при текущем состоянии разработки месторождения.

В процессе исследования проводились: моделирование технологической схемы МПГ, существующей УКПГ и вариантов повышения эффективности работы установки путем определения оптимальных параметров её работы в программном комплексе UniSim Design; исследование влияния различных параметров установки на степень извлечения компонентов C_{3+} .

В результате исследования: Максимальный эффект детандирования достигается при подготовке газа с наименьшей температурой на входе в установку. Высокая производительность холода турбодетандерных агрегатов достигается при наибольшем давлении газа на входе в детандер. Повышение мощности ДКС повысит эффективность работы установки. В связи с увеличением в составе конденсата тяжелых компонентов, подготовка газа с применением турбодетандера, начинает работать менее эффективно.

Основные технико-эксплуатационные характеристики установки:

- Давление от ДКС 7200 кПа
- Давление в С-3 3700 кПа

При этом температура газа в С-3 составляет $-33,84^{\circ}\text{C}$, расход жидкости из сепаратора С-3 возрастает на $4100 \text{ м}^3/\text{ч}$.

- Температура точки росы по углеводородам составляет $-29,25^{\circ}\text{C}$
- Температура точки росы по воде составляет $-30,65^{\circ}\text{C}$

Область применения: Установки комплексной подготовки природного газа, с использованием турбодетандерного агрегата.

Экономическая эффективность: Финансовая часть представляет собой расчет финансовой эффективности научного исследования по данному проекту, в сравнении с конкурентным исследованием.

В будущем планируется: Использовать приобретенный опыт в ходе решения практических задач сотрудника производственного объекта.

Обозначения и сокращения

АВО – аппарат воздушного охлаждения;

АВКС – азотно-воздушная компрессорная станция;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и аппараты;

МПП – модуль подготовки газа;

МЭФ – метан-этановая фракция;

НТС – низкотемпературная сепарация;

АО – акционерное общество;

ГКМ –газоконденсатное месторождение;

ГНП – газо-наливной пункт;

НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение;

ТДКА – турбодетандер-компрессорный агрегат;

ПСП – пункт сдачи продукта;

УЗОС – узел закачки очищенных стоков;

УВ – углеводороды;

УНТС – установка низкотемпературной сепарации;

БКС – блочная компрессорная станция;

БСМ – базисный склад метанола;

ННГ – низконапорный газ;

ДКС – дожимная компрессорная станция;

УДСК – установка деэтанализации и стабилизации конденсата;

УКУГ – узел коммерческого учета газа;

УВШ – узел входа шлейфов;

УЗОС – узел закачки очищенных стоков;

ПБФ – пропан-бутановая фракция;

СЭБ – служебно-эксплуатационный блок;

СПБТ – смесь пропана и бутана технических;

ШФЛУ – широкая фракция легких углеводородов.

Оглавление

Введение.....	20
1 Общие сведения о месторождении	22
1.1 Геолого – геофизическая характеристика Мыльджинского месторождения	24
1.2 Состояние разработки Мыльджинского месторождения.....	27
1.3 Сравнение проектных и фактических показателей разработки	30
1.4 Исследования пластовых потерь конденсата	32
1.5 Прогнозные показатели разработки месторождения.....	36
2 Теоретические основы низкотемпературной технологии подготовки природного газа	40
2.1 Способы подготовки природного газа	40
2.2 Технологии низкотемпературной сепарации природного газа	43
2.3 Анализ влияния технологических параметров низкотемпературной сепарации на степень осушки газа.....	48
3 Подготовка газа к транспорту на Мыльджинском месторождении.....	53
3.1 Общая характеристика производственного объекта	53
3.2 Низкотемпературная сепарация газа на Мыльджинском месторождении.....	55
3.3 Моделирование процесса низкотемпературной сепарации	57
4 Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	64
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	64
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений	64
4.1.2 SWOT – анализ	66
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	69
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	69
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....	70

4.2.3	Разработка графика проведения научного исследования	71
4.3	Бюджет научно – технического исследования (НТИ)	74
4.3.1	Расчёт материальных затрат НТИ (НИР)	74
4.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы	76
4.3.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	78
4.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые начисления)....	78
4.3.6	Накладный расходы	79
4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования....	80
5	Социальная ответственность	86
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	86
5.2	Производственная безопасность.....	87
5.3	Анализ потенциальных опасных и вредных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария).....	88
5.3.1	Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека	88
5.3.2	Производственные факторы, связанные с аномальными микrokлиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего.....	89
5.3.3	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания.....	92
5.3.4	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.....	93
5.3.5	Производственные факторы, связанные с электрическим током..	94
5.3.6	Эксплуатация оборудования, работающих под давлением.....	99
5.3.7	Пожаробезопасность и взрывобезопасность.....	100
5.4	Экологическая безопасность	102
5.4.1	Мероприятия по охране атмосферного воздуха	102
5.4.	Мероприятия по охране водных объектов.....	104
5.4.3	Мероприятия по охране литосферы.....	104

5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	104
	Заключение	108
	Список использованных источников	110

Введение

Технологический процесс низкотемпературной сепарации природного газа активно используется промышленными установками для подготовки его к транспорту. Ограничивающим условием применения установок низкотемпературной подготовки газа является высокий уровень пластового давления, для создания перепада давления на дроссельном устройстве необходимого для получения низких температур. В настоящее время даже на месторождениях с низкими пластовыми давлениями могут применять низкотемпературные технологии подготовки газа, для этого в состав УКПГ включают дожимную компрессорную станцию. Также при снижении пластового давления происходят изменения в составе флюида, поступающего на УКПГ, которые в свою очередь могут затруднять подготовку газа до требуемых качеств.

Подготовка природного газа к транспортировке на Мыльджинском УКПГиК осуществляется методом низкотемпературной сепарации в трех параллельно расположенных МПГ. Технологической схемой УКПГиК предусмотрено, что каждый из трех МПГ может обеспечивать подготовку газа независимо от других модулей.

На Мыльджинском НГКМ прослеживается тенденция падения пластового давления. На данный момент времени пластовое давление на месторождении продолжает снижаться, в связи с этим точка росы газа по воде и УВ приближается к предельно допустимым значениям. Повышение концентрации углеводородов группы C_{3+} в осушенном газе свидетельствует о потерях жидких углеводородов, тем самым стала актуальной проблема охлаждения газа до необходимой температуры сепарации, где концентрация C_{3+} в осушенном газе будет минимальна.

В процессе исследования будет произведено моделирование схемы установки низкотемпературной подготовки газа с использованием турбодетандерного агрегата в программном комплексе Honeywell UniSim Design. В процессе моделирования будет произведен анализ влияния параметров

установки на степень извлечения жидкой фракции УВ, а также подбор оптимальных параметров работы установки.

Цель работы – исследование вопросов в области определения оптимальных параметров работы установки комплексной подготовки газа и конденсата, позволяющих осуществить максимальное извлечение конденсата и пропан-бутановой фракции из сырого газа при текущем состоянии разработки месторождения.

Объектом исследования является установка комплексной подготовки газа и конденсата Мыльджинского нефтегазоконденсатного месторождения, а именно установка низкотемпературной сепарации газа.

Задачами работы являются:

- Анализ текущего состояния разработки месторождения;
- Анализ существующих схем низкотемпературной подготовки газа;
- Анализ текущей технологической схемы установки комплексной подготовки газа;
- Моделирование существующей схемы в программном комплексе UNISIM с целью анализа влияния параметров установки;
- Подбор оптимальных параметров работы существующей установки подготовки газа;
- Формулировка предложений по модернизации и повышению эффективности процесса подготовки газа.

1 Общие сведения о месторождении

Согласно сводному государственному реестру участков недр и лицензий лицензионный участок Мыльджинского нефтегазоконденсатное месторождения находится в разработке компании АО «Газпром Добыча Томск». Месторождение расположено в Каргасокском районе Томской области в 450 км к северо-западу от города Томска. Обзорная карта территории деятельности компании АО «Газпром Добыча Томск» представлена на рисунке 1.

Район представляет собой слабо расчлененную равнину с развитой речной сетью. Сообщение воздушным транспортом, зимой – по зимнику, в летнее время, по рекам Салат, Чижалка, Васюган, Обь. Непосредственно на территории месторождения населенных пунктов нет.

Климат континентальный, с холодной, продолжительной и снежной зимой. Зимний период продолжается до полугодия (180–185 дней) с ноября по апрель. Самыми холодными месяцами считаются декабрь, январь, февраль. Температура воздуха в зимний период времени составляет в среднем – 20 ÷ 25 °С, опускаясь иногда до –50 °С. Промерзание болот, обеспечивающее передвижение тяжелой техники по зимникам и профилям, начинается со второй половины декабря.

Лето короткое, теплое. Самый жаркий месяц - июль, когда температура поднимается до + 30 ÷ + 32 °С. Продолжительность навигационного периода – 150–170 дней.

Район работ населен слабо. Непосредственно на территории месторождения стационарных населенных пунктов нет. Построенный вахтовый поселок служит для временного размещения и проживания буровых бригад. Ближайшим к месторождению является п. Мыльджино, расположенный в 30–35 км к северу от месторождения.

Доставка грузов в летнее время осуществляется водным транспортом, в зимнее - автотранспортом по зимнику, вертолетами – круглый год.

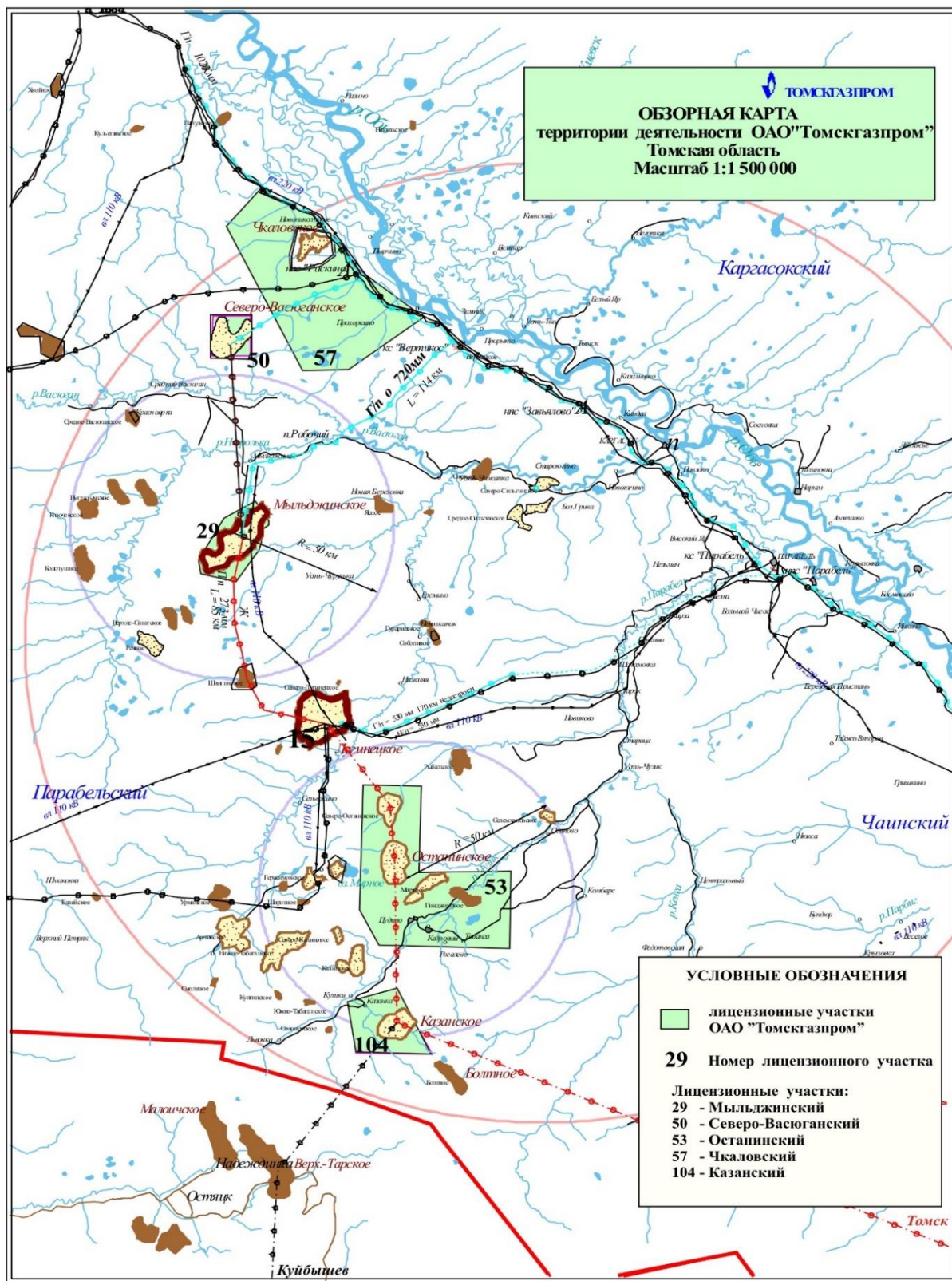


Рисунок 1 – Обзорная карта территории деятельности АО «Газпром Добыча Томск»

1.1 Геолого – геофизическая характеристика Мыльджинского месторождения

1.2 Состояние разработки Мыльджинского месторождения

1.3 Сравнение проектных и фактических показателей разработки

1.4 Исследования пластовых потерь конденсата

1.5 Прогнозные показатели разработки месторождения

Информация удалена, так как относится к категории коммерческой тайны

2 Теоретические основы низкотемпературной технологии подготовки природного газа

2.1 Способы подготовки природного газа

Подготовка газа осуществляется до требований отраслевого стандарта СТО Газпром 089-2010 «Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия». Физико-химические показатели горючего газа, поставляемого и транспортируемого по магистральным газопроводам представлены в таблице 3. Таблица 3 – Физико-химические показатели газа горючего природного, поставляемого и транспортируемого по магистральным газопроводам [16]

Наименование показателя	Значение для макроклиматических районов	
	умеренный	холодный
Компонентный состав, молярная доля, %	Определение обязательно	
Температура точки росы по воде (ТТР _в) при абсолютном давлении 3,92 МПа (40,0 кгс/см ²), С, не выше:		
– зимний период	-10,0	-20,0
– летний период	-10,0	-14,0
Температура точки росы по углеводородам (ТТР _{ув}) при абсолютном давлении от 2,5 до 7,5 МПа, С, не выше:		
– зимний период	-2,0	-10,0
– летний период	-2,0	-5,0
Массовая концентрация сероводорода, г/м ³ , не более	0,007 (0,020)	
Массовая концентрация меркаптановой серы, г/м ³ , не более	0,016 (0,036)	
Массовая концентрация общей серы, г/м ³ , не более	0,030 (0,070)	
Теплота сгорания низшая при стандартных условиях, МДж/м ³ (ккал/м ³), не менее	31,80 (7600)	
Молярная доля кислорода, %, не более	0,020	
Молярная доля диоксида углерода, %, не более	2,5	
Массовая концентрация механических примесей, г/м ³ , не более	0,001	

Транспорт газа осуществляется при различных давлениях, обусловленных направлениями его использования. Газ для использования в качестве топлива подается под давлением от 0,1 МПа (местным потребителям), транспортировка газа по магистральным трубопроводам происходит с давлениями от 5,5 до 7,5 МПа.

В настоящее время используются четыре основных типа процессов подготовки природного газа:

1. Адсорбционные процессы.

Краткое описание процесса: Первичная сепарация газа и улавливание жидкостных пробок происходит во входном сепараторе, далее газ поступает в адсорбционную колонну, в которой твердым адсорбентом поглощается влага, находящаяся в газе. На выходе газ проходит через фильтр-сепаратор, в котором осуществляется осаждение твердых частиц адсорбента.

2. Абсорбционные процессы.

Краткое описание процесса: Первичная сепарация газа и улавливание жидкостных пробок происходит во входном сепараторе, далее газ поступает в абсорбционную колонну, в которой жидким абсорбентом поглощается влага, находящаяся в газе. На выходе газ проходит через еще один газосепаратор в котором осуществляется осаждение абсорбента.

3. Низкотемпературная конденсация

Краткое описание процесса: Первичная сепарация газа и улавливание жидкостных пробок происходит во входном сепараторе, далее газ поступает в теплообменник, где охлаждается за счет внешнего источника охлаждения (холодильные машины с использованием хладагента или АВО). После теплообменника газ проходит сепарацию в низкотемпературном сепараторе.

4. Низкотемпературная сепарация.

Краткое описание процесса: Первичная сепарация газа и улавливание жидкостных пробок происходит во входном сепараторе, далее газ поступает в теплообменник «газ-газ», где сырой газ охлаждается встречным потоком охлажденного газа. Использование оборудования с эффектом Джоуля-Томпсона помогает добиться низких температур в процессе сепарации газа. После понижения температуры потока на специальном устройстве (детандер или дроссель), газ проходит сепарацию в низкотемпературном сепараторе.

Первые два из этих процессов требуют использования специального оборудования и абсорбентов или активных химикатов. Эти материалы требуют регенерации, и часть общего газового потока расходуется в процессе регенерации. Однако эти процессы обладают широким диапазоном гибкости, что определяется допустимым рабочим давлением и температурой, но большинство из них не легко адаптируются к автоматической работе.

Технология низкотемпературной конденсации подойдет для месторождений крайнего севера, где температура атмосферного воздуха круглый год ниже нуля и можно эффективно использовать внешний холод на аппаратах воздушного охлаждения. Однако АВО требуют постоянный подвод электроэнергии к двигателям, также электроэнергия необходима для поддержания циркуляции хладагента в холодильном контуре.

Низкотемпературный процесс сепарации ограничен только допустимым перепадом давления между устьем скважины и транспортной магистралью. Он не требует регенеративного цикла и при нормальных температурах на устье скважины не требует внешнего источника тепла. Исследования показывают, что концентрация воды в паровой фазе (в подготовленном газе) имеет прямую зависимость от температуры и в обратную зависимость от давления.

2.2 Технологии низкотемпературной сепарации природного газа

В частности, все схемы низкотемпературной сепарации предусматривают перепад давления для достижения низких температур. Эффект охлаждения газа происходит в следствии изоэнтальпийных и изоэнтропийных процессов. Далее будут рассмотрены принципиальные схемы установок, которые используют данные эффекты.

Дроссельный клапан

Технически наиболее простым способом охлаждения газа на УКПГ при наличии перепада давлений является его изоэнтальпийное расширение. Процесс изоэнтальпийного расширения реализуется в дроссельном устройстве. На рисунке 17 представлена классическая схема низкотемпературной сепарации с применением клапана Джоуля-Томпсона. [3]

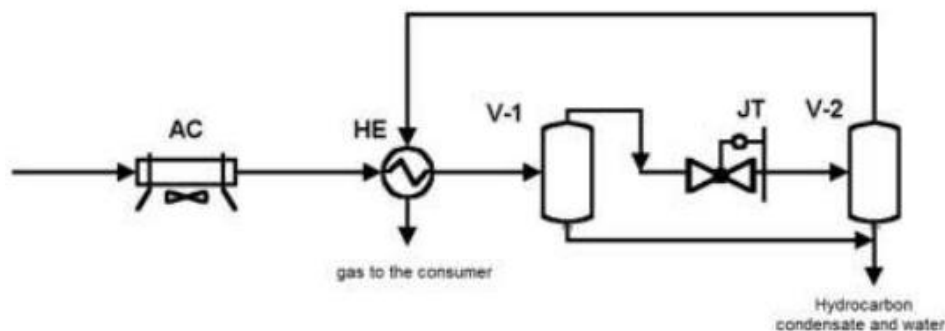


Рисунок 17 – Принципиальная схема НТС с клапаном Джоуля-Томпсона [4]

Не стоит забывать, что в процессе эксплуатации газовых скважин пластовое давление падает (при этом содержание углеводородного конденсата в пластовом газе уменьшается), так что «доступный перепад» давления на дросселе уменьшается (происходит исчерпание дроссель-эффекта), следовательно, повышается температура сепарации – в результате не только удельное количество, но и степень извлечения целевых компонентов уменьшается. [3]

Детандер

Улучшения процесса НТС может быть осуществлено заменой процесса изоэнтальпийного охлаждения газа на процесс изоэнтропийного расширения с использованием детандерной технологии расширения газа. [3] На рисунке 18 представлена классическая схема низкотемпературной сепарации с применением ТДКА. Изоэнтропийно расширяясь, газ в детандере совершает полезную работу, которая питает компрессор, который в свою очередь компримирует уже осушенный газ. На рисунке 19, для типичного состава газа, показана разница снижения температуры при изоэнтропийном и изоэнтальпийном расширении.

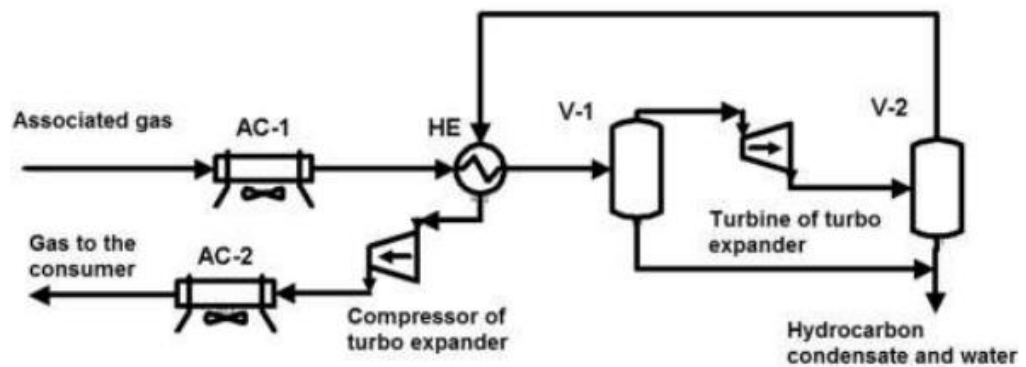


Рисунок 18 – Принципиальная схема НТС с Турбодетандером [4]

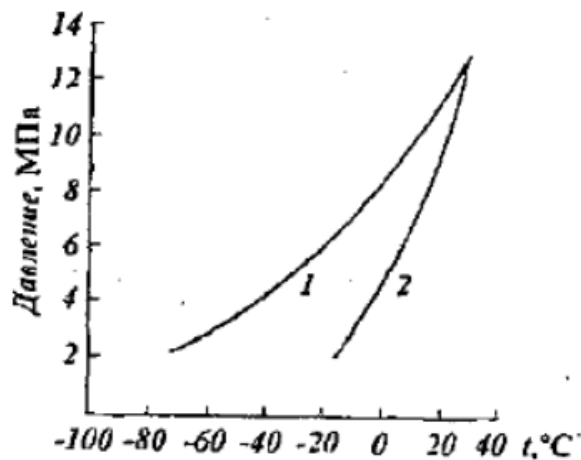


Рисунок 19 – График снижения температуры газа при изоэнтропийном (1) и изоэнтальпийном (2) расширении [3]

3-S сепаратор

Технология 3S основана на охлаждении природного газа в сверхзвуковом закрученном газовом потоке. Сепараторы, изготовленные по данной технологии, позволяют не только отделить жидкость от газа, но и выделить некоторые целевые фракции углеводородов. Реализация осушки газа в технологии сверхзвуковой сепарации происходит с помощью конвергентно-расширяющегося сопла Лавалья (рисунок 20). В этом сопле газ разгоняется до скоростей быстрее скорости звука. При этом за счет преобразования потенциальной энергии потока в кинетическую происходит охлаждение газа. Стоит упомянуть что успешная реализация данной технологии, имеет место при достаточной величине давления, для достижения скорости звука в критическом сечении сопла Лавалья.

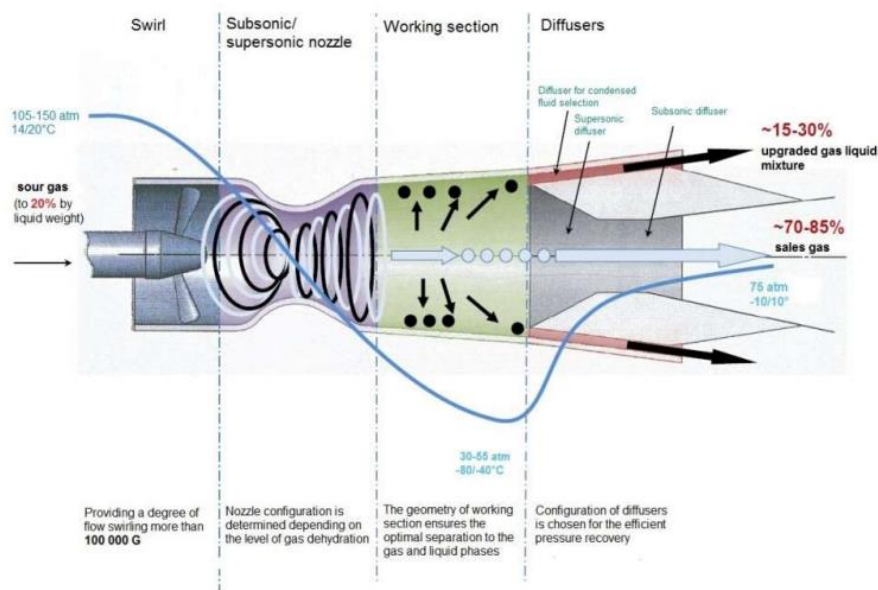


Рисунок 20 – 3-S сепаратор [4]

Расширение природного газа в 3S-сепараторе позволяет охладить газ до температур достаточных для конденсации C_{2+} -высшие. Такие низкие температуры могут быть достигнуты без каких-либо дополнительных источников холода. В 3S технологии разделение сконденсированной жидкости и газа реализуется за счет центробежных сил. Центробежные силы задаются закручиванием потока в

камере сверхзвукового сопла. Как показано на рисунке 19 сепаратор такой конструкции содержит завихритель потока, дозвуковое сопло и сверхзвуковое сопло, рабочую часть и диффузор. Принципиальная схема НТС по технологии 3S представлена на рисунке 21.

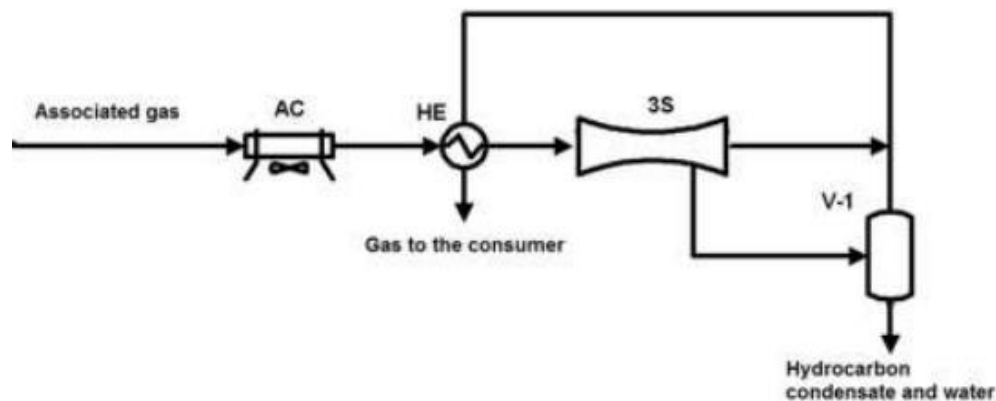


Рисунок 21 – Принципиальная схема НТС с использованием 3-S сепаратора [4]

Как говорилось ранее для достижения скорости звука в критическом сечении 3S сепаратора необходимо высокое давление на входе, которое может быть задано с помощью ДКС. Технология подходит для подготовки газа на шельфе, так как для транспортировки газа на материк необходимы давления порядка 10 МПа. Высокое давление газа на выходе из установки может использоваться для транспортировки газа на дальние расстояния, например, по подводному трубопроводу. В таких условиях невозможно обеспечить очистку природного газа с помощью дроссельного клапана или турбодетандера, это объясняется тем, что в стандартных схемах невозможно сконденсировать целевые компоненты при давлении близким к 10 МПа. На рисунке 22 изображена диаграмма фазового состояния природного для различных схем НТС.

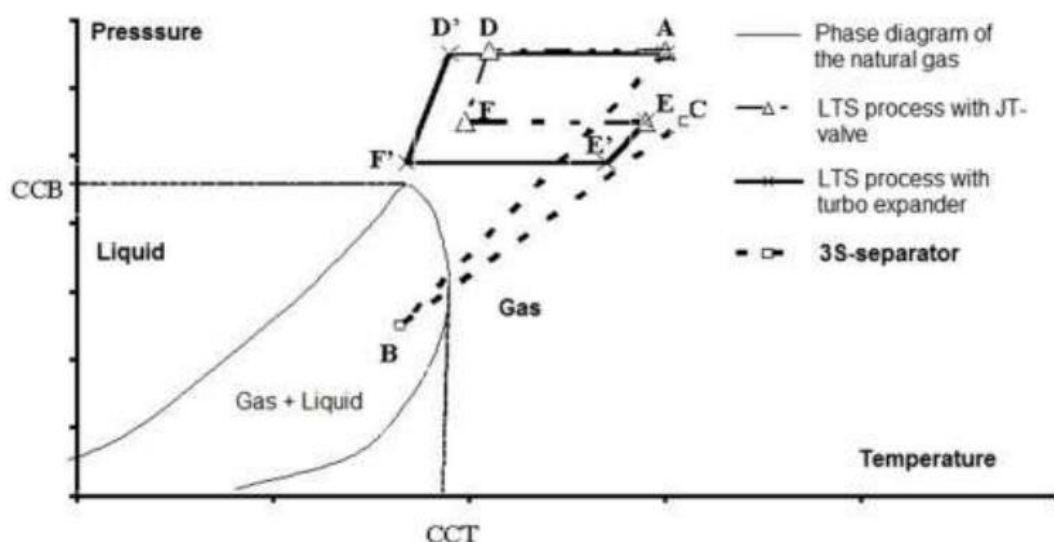


Рисунок 22 – Фазовая диаграмма природного газа и параметры различных процессов сепарации [4]

Диаграмма A-D-F-E соответствует принципиальной схеме с использованием клапана Джоуля-Томпсона, диаграмма A'-D'-F'-E' соответствует схеме с использованием турбодетандерного агрегата, диаграмма A-B-C соответствует принципиальной схеме 3S сепаратора.

В 2007 году на газоперерабатывающем заводе компании Роснефть (газовое месторождение китайской государственной компании «Петрочина») был установлен 3S-сепаратор на замену клапану Джоуля-Томпсона, что позволило снизить точку росы по углеводородам и воде на 20°C. Сепаратор успешно работал и обеспечивал подготовку около 80 тыс. нм³/ч с давлением на входе 7-8 МПа.

2.3 Анализ влияния технологических параметров низкотемпературной сепарации на степень осушки газа

На рисунке 23 представлено два графика характеризующих степень извлечения конденсатообразующих компонентов от их содержания и температуры сепарации.

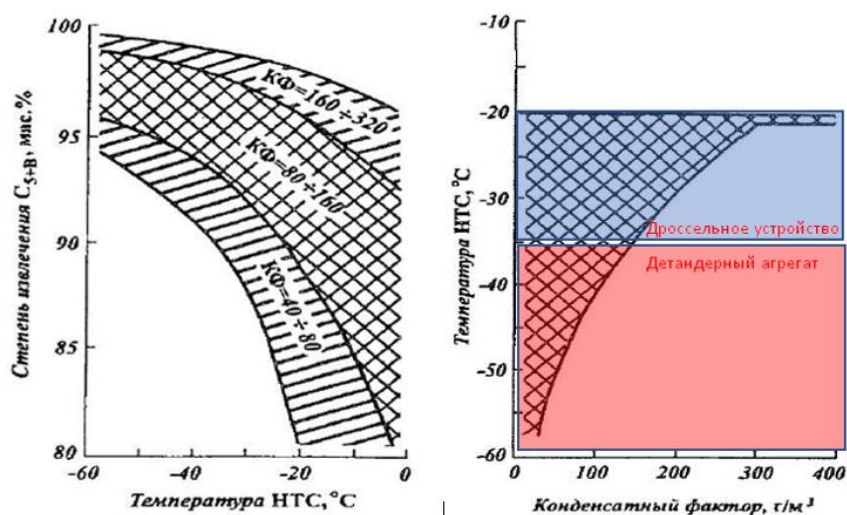


Рисунок 23 – Характерные зависимости углеводородных смесей в установках низкотемпературной сепарации [6].

Снижение общего содержания компонентов C₅₊ выше сужает область применения технологии низкотемпературной сепарации. Как раз с такой проблемой и столкнулись инженеры промысла, когда подготовка газа с использованием клапана Джоуля-Томпсона не могла обеспечить работы установки в штатном режиме. Было необходимо осуществить снижение температуры сепарации в область нормальной работы установки.

Степень извлечения газообразных пропан-бутанов от температуры сепарации исследовалась [6], зависимость на рисунке 24 показывает, что снижение температуры положительно влияет на степень их извлечения. Эти факторы и подтолкнули опытно-промышленным испытаниям ТДКА.

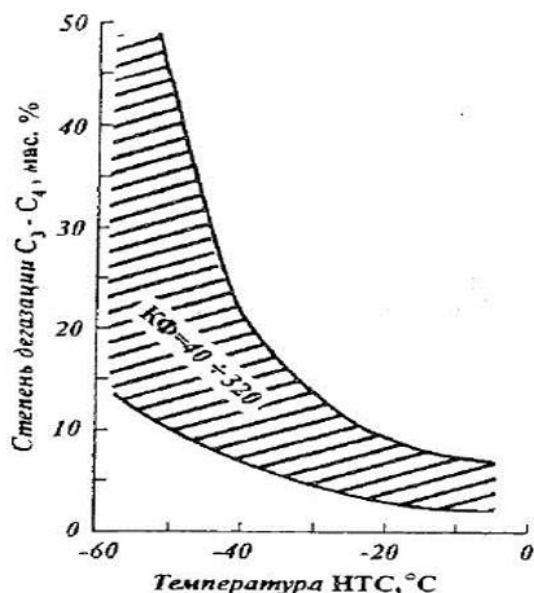


Рисунок 24 – Зависимость извлечения пропан-бутановой фракции от температур сепарации [6]

Зарубежные исследования

Разработка запасов газа в районе побережья Мексиканского залива имеет доступ только при помощи водного и воздушного транспорта. Необходимость установок централизованного и окончательного разделения газа и конденсата стимулировали разработку оборудования для осушки, которое позволит безгидратно транспортировать газ и конденсат к центральным объектам.

В процессе разработки проведены испытания, в которых был использован нестандартный низкотемпературный сепаратор. Этот сепаратор, показан на рисунке 25, он имеет вертикальную и горизонтальную секцию. Газ поступал в сосуд после прохождения дросселя. Падение температуры привело к конденсации части углеводородов и водяного пара, а также к образованию частиц гидратов.

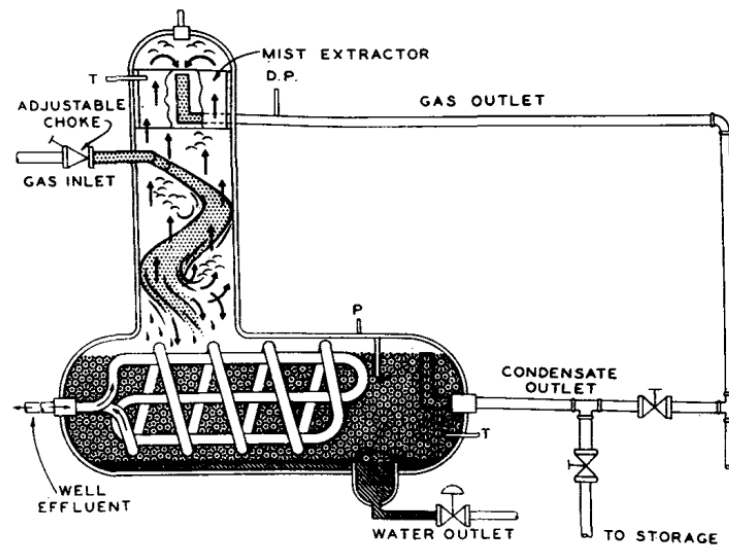


Рисунок 25 – Низкотемпературный сепаратор

Сепарированный газ шел вверх через каплеуловитель и в газоотводную линию. Жидкие углеводороды и частицы гидрата попадали в горизонтальную секцию, где поток выходящего из скважины сырого газа, проходящего через пучок труб, подавался в достаточном количестве для расплавления частиц гидрата. Углеводороды и вода отделялись по разнице гравитации и отводились через отдельные патрубки. Принципиальная схема осушки газа в которой применялся сепаратор данной конструкции представлена на рисунке 26.

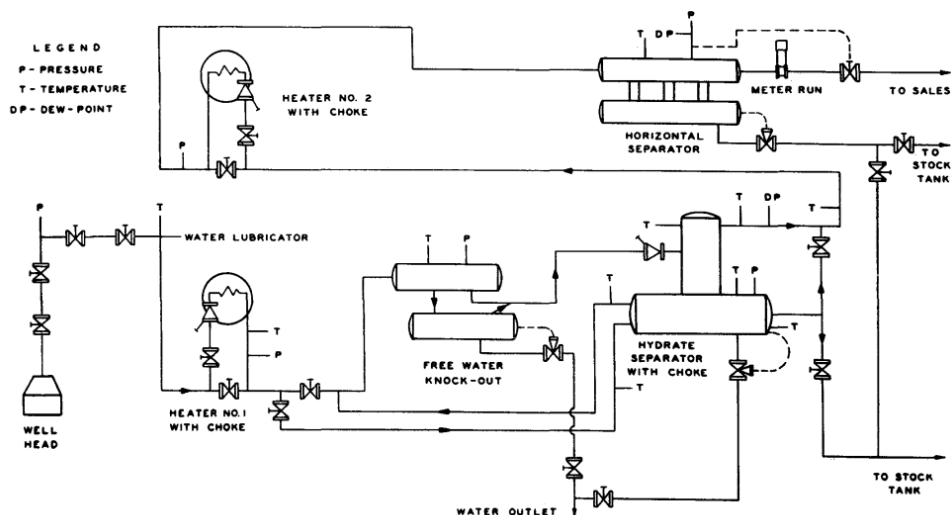


Рисунок 26 – Принципиальная схема модуля низкотемпературной осушки газа [5]

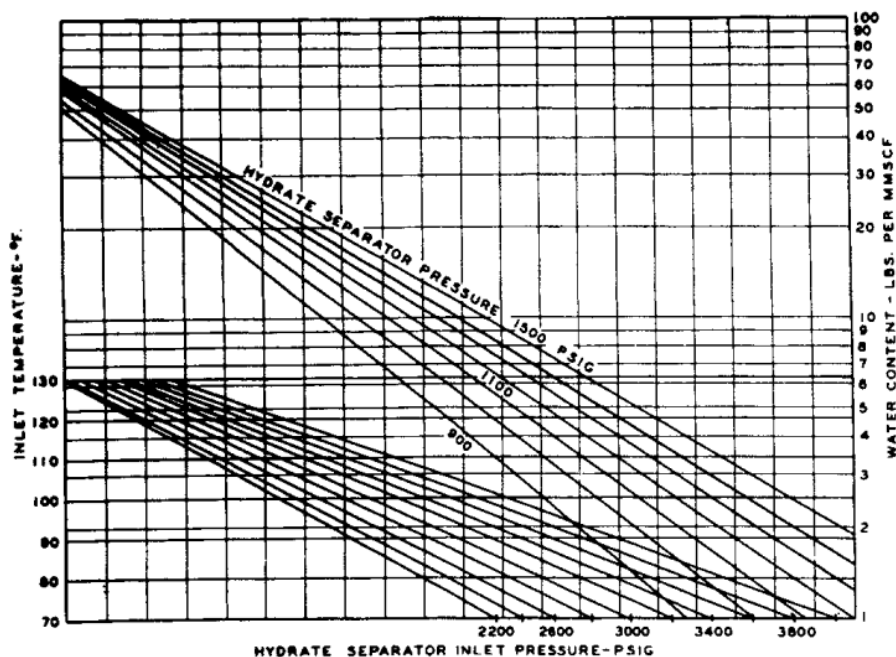


Рисунок 27 – Кривые эффективности низкотемпературной осушки [5]

В результате исследования были построены кривые эффективности низкотемпературной подготовки газа, которые представлены на рисунке 27. Содержание воды в газе сепарации в зависимости от давления перед дросселем, имеет обратную зависимость, а от температуры на входе в низкотемпературный сепаратор прямую. ($1 \text{ lbs/ft}^3 \approx 16,6 \text{ мг/м}^3$), ($1 \text{ PSIG} \approx 0,0069 \text{ МПа}$), ($1 \text{ }^\circ\text{F} = (1^\circ\text{C} \cdot 1,8) + 32$). [5]

Выводы по разделу

Высокая степень извлечения жидких компонентов $C_{5+\text{высшие}}$, характерна для газа с большей средней молекулярной массой. Можно сделать вывод, что со снижением общего количества компонентов $C_{5+\text{высшие}}$ в составе газа будет расти сложность их извлечения, и как следствие экономические потери в процессе подготовки. На степень извлечения легких газов значительное влияние оказывает температура конечной ступени сепарации, понижение температуры до -40°C может обеспечить высокую степень извлечения компонентов $C_{3+\text{высшие}}$. Также одним из важнейших параметров является давление, но здесь стоит отметить, что важно не само давление, а его перепад, за счет которого и

достигаются температуры при которых становится возможным фракционное разделение углеводородного состава.

Процессы подготовки газа по технологии низкотемпературной конденсацией показывают себя наиболее эффективно в условиях пониженных атмосферных температур. Как было сказано в первой главе в летний период времени температура атмосферного воздуха в районе Мыльджинского месторождения достигает $+32^{\circ}\text{C}$, что негативно скажется на применении схем низкотемпературной конденсации в летний период.

Приобретение оборудования для осуществления подготовки газа абсорбционным или адсорбционным способом и его установка потребуют дополнительных расходов. Также абсорбционные и адсорбционные процессы требуют дополнительных затрат на закупку реагентов и оптимизации логистических путей их доставки от поставщиков.

Технология сверхзвуковой сепарации позволила бы значительно улучшить процесс подготовки природного газа на УКПГ, но для достижения корректной работы 3S сепаратора требуется создать высокое давления. Хоть технология и может осуществить подготовку газа при таких параметрах, когда использование клапана Джоуля-Томпсона и турбодетандера невозможно, стоит учитывать, что применение такой схемы потребует модернизацию не только промысла, но и ДКС для достижения высоких давлений.

Природный газ можно эффективно осушать при низкой температуре в результате расширения газа через дроссельное отверстие, но эффективность такой осушки ограничена доступным перепадом давления. Для повышения эффективности процесса осушки в следствии исчерпания дроссель-эффекта на Мыльджинском месторождении потребовалась модернизация технологической схемы подготовки газа, а именно добавление ТДКА в составы модулей подготовки газа. Установка низкотемпературной сепарации газа с использованием турбодетандерного агрегата является оптимальной и наиболее привлекательной на данном этапе разработки месторождения.

3 Подготовка газа к транспорту на Мыльджинском месторождении

3.1 Общая характеристика производственного объекта

3.2 Низкотемпературная сепарация газа на Мыльджинском месторождении

Информация удалена, так как относится к категории коммерческой тайны

3.3 Моделирование процесса низкотемпературной сепарации

UniSim Design от Honeywell — это простая для понимания платформа, в которой возможно осуществлять процесс моделирования объектов или их отдельных узлов для определения процесса их поведения. Платформа моделирования имеет приложения для разных вертикалей, транспортировки нефти и газа, нефтепереработки, нефтехимии.

UniSim Design помогает перерабатывающим предприятиям повышать производительность и рентабельность на протяжении всего жизненного цикла инженерного проекта или производственных активов. Мощные инструменты моделирования и анализа, приложения для работы в режиме реального времени и комплексный подход к инженерным решениям, предоставляемые UniSim Design, позволяют компаниям совершенствовать конструкции, оптимизировать производство и повышать эффективность решений. Модели процессов лежат в основе передовых онлайн- и офлайн-приложений для оперативного мониторинга и управления активами, оптимизации процессов, обучения операторов.

Согласно имеющимся данным режима работы УКПГ и компонентным составам поступающих на неё потоков, в программном комплексе UniSim Design была смоделирована рабочая схема НТС. Смоделированная схема представлена на рисунке 29.

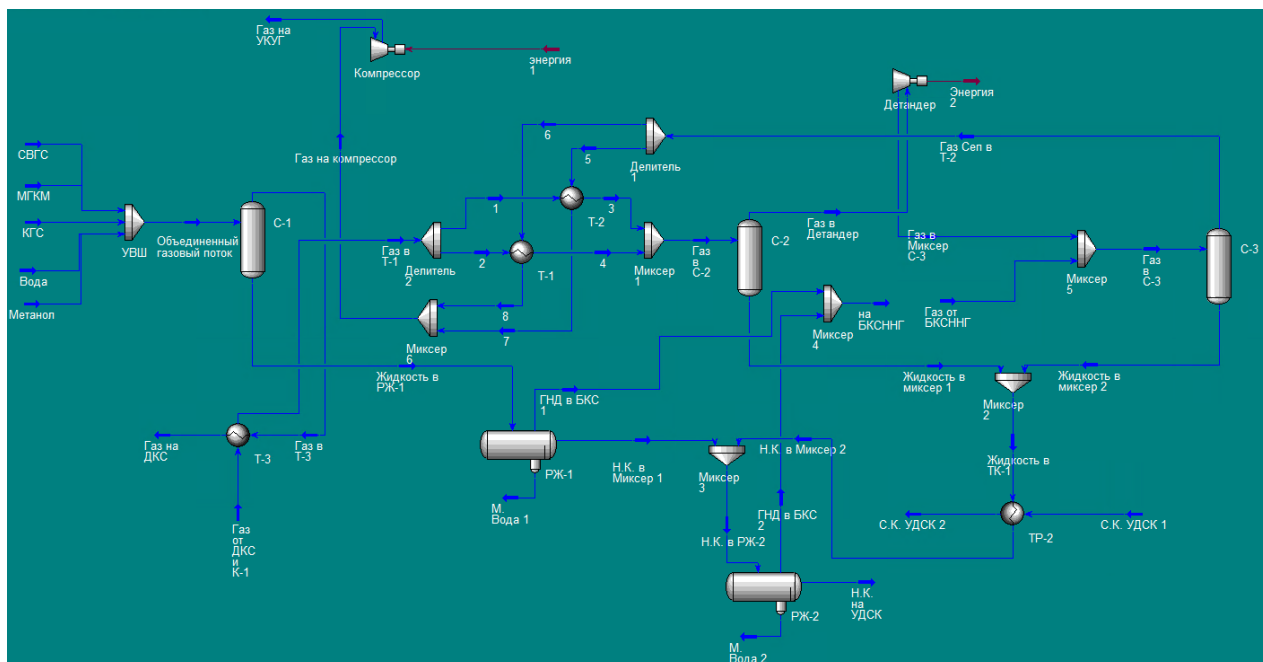


Рисунок 29 – Смоделированная схема модуля подготовки газа в UniSim Design

В таблице 4 показано расчетное исследование влияния давления ДКС при постоянном давлении в низкотемпературном сепараторе (3,7 МПа). Как видно из таблицы с увеличением давления от ДКС температура в сепараторе С-3 понижается (глобальная дельта – 3,89°С) в следствии увеличения перепада давления на детандерном агрегате (точка росы газа по соде и УВ соответственно понижается). Расход осушенного газа при этом понижается, но молярная концентрация метана в газе, идущем на узел коммерческого учета, повышается. Изменение расхода газа происходит за счет увеличения объема сконденсировавшихся углеводородов C_{3+} высшие.

Таблица 4 – Анализ влияния давления дожимной компрессорной станции

Параметр	Значение					
	1	2	3	4	5	6
Давление ДКС, кПа	6500	6640	6780	6920	7060	7200
Температура «Газ в миксер С-3», °С	-29,95	-30,76	-31,55	-32,32	-33,09	-33,84

Давление «Газ в миксер С-3», кПа	3700					
Точка росы по углеводородам газа на УКУГ, °С	-26,07	-26,74	-27,39	-28,02	-28,64	-29,25
Точка росы по воде газа на УКУГ, °С	-27,01	-27,66	-28,3	-28,93	-29,54	-30,65
Молярный расход «Газ на УКУГ», кмоль/ч	1761000	1743000	1726000	1708000	1690000	1672000
Углеводородный состав «Газ на УКУГ», % мол.						
Метан	0,907	0,909	0,910	0,912	0,913	0,915
Этан	0,023	0,023	0,023	0,023	0,022	0,022
C ₃₊ высшие	0,070	0,068	0,067	0,066	0,064	0,063
Сумма	1	1	1	1	1	1

На рисунке 30 видно, как с увеличением давления от ДКС снижается молярный расход углеводородов C₃₊высшие. Минимальное содержание углеводородов C₃₊высшие в подготовленном газе наблюдается при давлении от ДКС 7,2 МПа.

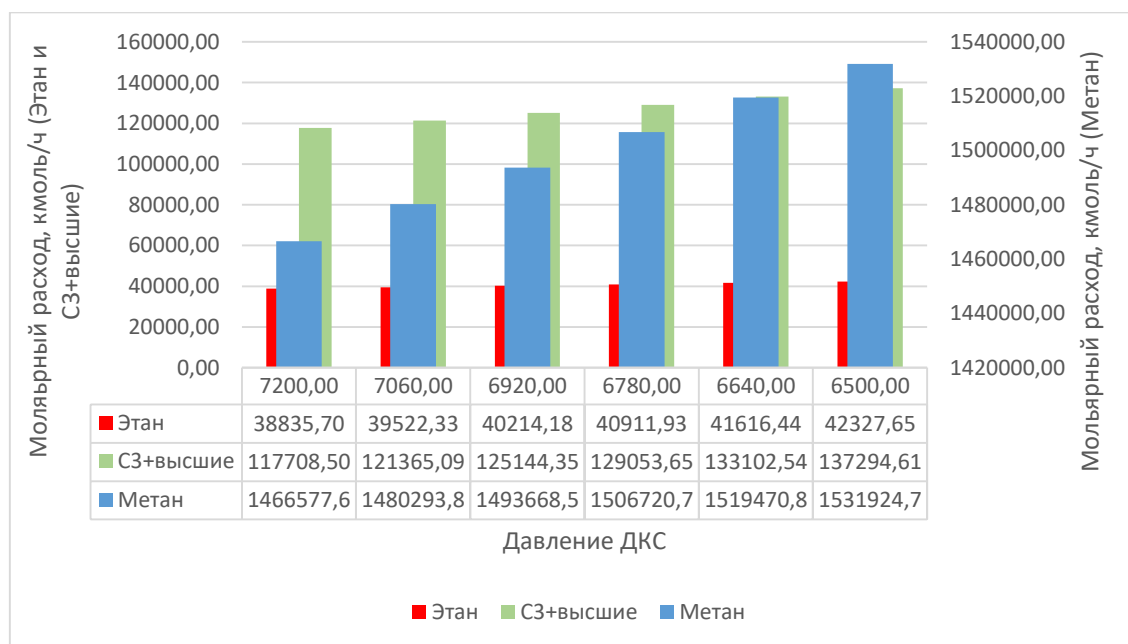


Рисунок 30 – Зависимость молярного расхода газа на УКУГ от давления ДКС

На рисунке 31 представлена зависимость содержания сконденсировавшейся жидкости в общем газожидкостном потоке давления после детандера. Со снижением температуры в низкотемпературном сепараторе

повышается содержание сжиженных УВ в потоке газа, идущего в низкотемпературный сепаратор.

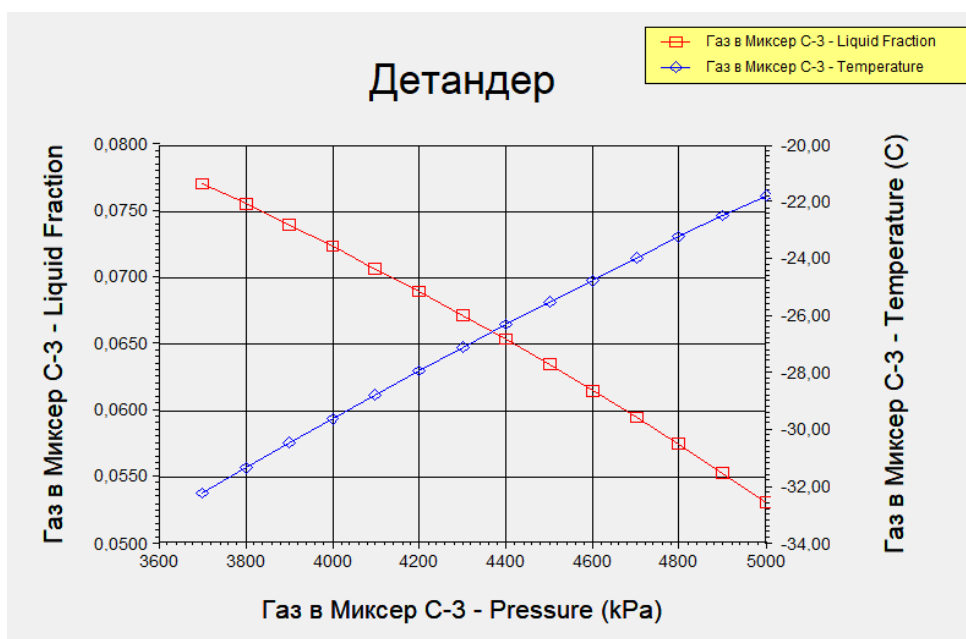


Рисунок 31 – Зависимость содержания жидкой фракции от давления после детандера

Таблица 5 – Анализ влияния давления в сепараторе С-3

Параметр	Значение				
	1	2	3	4	5
Давление в С-3, кПа	3700	4000	4300	4600	4900
Температура «Газ в миксер С-3», °С	-32,21	-29,58	-27,08	-24,72	-22,47
Давление ДКС, кПа	6900				
Точка росы по углеводородам газа на УКУГ, °С	-28,36	-27,54	-26,78	-26,08	-25,42
Точка росы по воде газа на УКУГ, °С	-30,14	-29,85	-29,12	-28,43	-27,8
Углеводородный состав «Газ на УКУГ», % мол.					
Метан	0,911	0,909	0,908	0,906	0,904
Этан	0,023	0,024	0,024	0,024	0,024
С ₃ +высшие	0,065	0,067	0,069	0,070	0,072
Сумма	1	1	1	1	1

В таблице 5 представлено расчетное исследование влияния давления в низкотемпературном сепараторе при постоянном давлении от ДКС (6,9 МПа). Как видно из таблицы с уменьшением перепада давления в детандерном агрегате температура в сепараторе С-3 повышается ($\Delta_{\max} = 9,47^\circ\text{C}$) в следствии

уменьшения перепада давления на детандерном агрегате (точка росы газа по соде и УВ соответственно повышается). На рисунке 32 представлена диаграмма зависимости давления в С-3 от молярного расхода компонентов подготовленного газа. С увеличением перепада давления на детандерном агрегате происходит увеличение количества извлеченных из газа углеводородов C_{3+} (на 12 835 кмоль/ч)

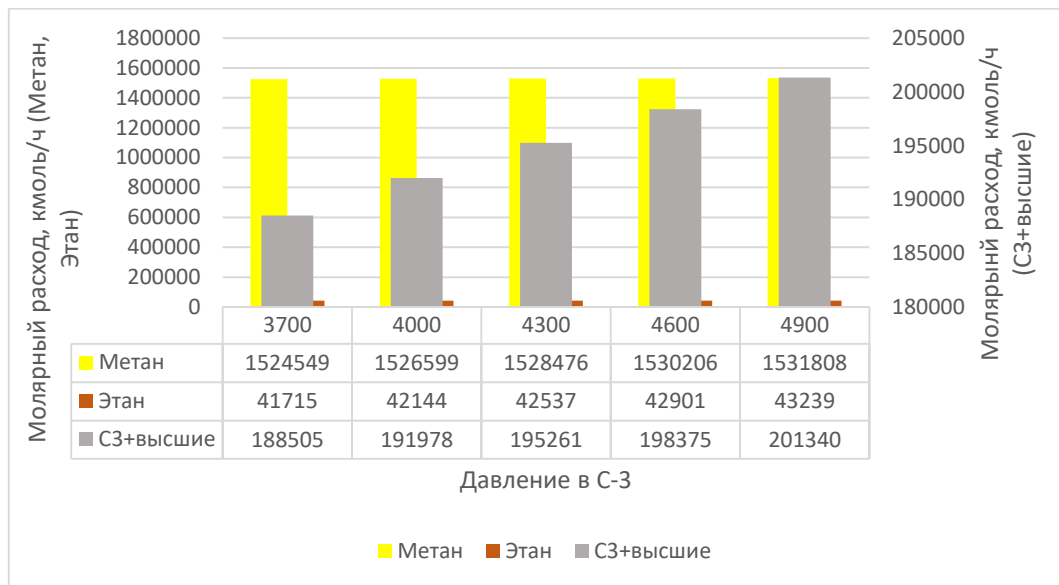


Рисунок 32 – Зависимость молярного расхода газа на УКУГ от давления в С-3

По мере изменения давления происходит изменение расхода жидкости из сепаратора С-3 (рисунок 33). Разница между самым худшим (давление от ДКС – 6500 кПа и давление после детандера – 5000 кПа) и самым оптимальным (давление от ДКС – 7200 кПа и давление после детандера – 3700 кПа) вариантом составляет 4100 м³/ч.

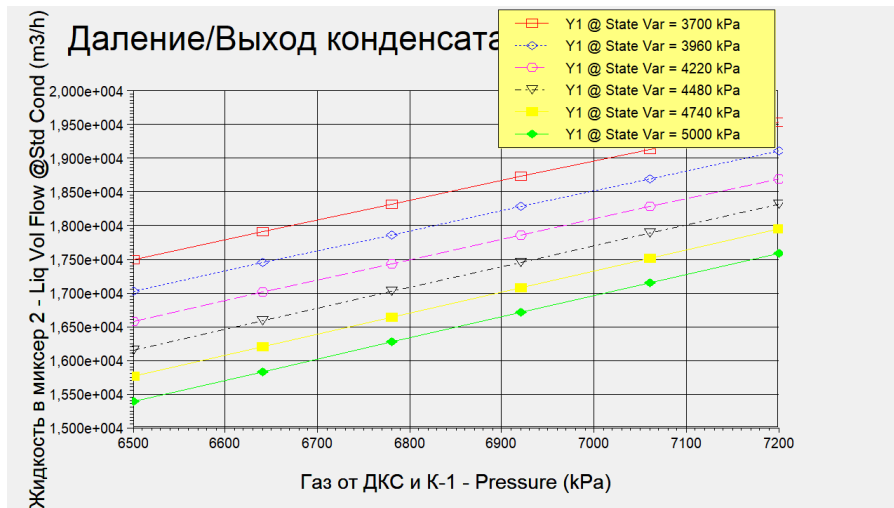


Рисунок 33 – Влияние давления на выход жидкой фракции третьей ступени сепарации

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа 2Б8Д		ФИО Хахель Владимир Андреевич	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	Нефтегазовое дело 21.03.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:			
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих		Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов		Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования		Отчисления во внебюджетные фонды 30%	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:			
1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)		Расчет конкурентоспособности. SWOT-анализ.	
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)		Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.	
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)		Расчет бюджетной стоимости НИ.	
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)		Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.	
Перечень графического материала			
1. Оценка конкурентоспособности ИП 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Бюджет НИ 5. Основные показатели эффективности НИ			

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Владимировна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Д	Хахель Владимир Андреевич		

4 Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

Цель данной НИ (ВКР) – разработка наиболее работоспособной, экономичной и гибкой технологической схемы для глубокой осушки и отбензинивания газа.

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

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

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

- 1) Установка низкотемпературной сепарации на базе клапанов с эффектом Джоуля-Томпсона;

2) Установка низкотемпературной сепарации на базе турбодетандерного агрегата.

Данное исследование проводится с целью выявления достоинств и недостатков разработок. В таблице 6 продемонстрировано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 6 – Сравнение конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность исследования	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
2. Использование энергии газа	0,14	5	5	5	0,5	0,5	0,5
3. Степень понижения температуры	0,18	5	5	5	0,5	0,5	0,5
4. Применимость технологии	0,14	5	5	5	0,5	0,5	0,5
5. Простота изготовления	0,05	3	3	3	0,3	0,3	0,3
6. Эффективность работы	0,05	5	5	5	0,5	0,5	0,5
7. Безопасность	0,08	4	4	4	0,4	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена реализации	0,12	3	3	3	0,36	0,36	0,36
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	5	3	0,48	0,6	0,36
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	4	4	4	0,48	0,48	0,48
Итого	1	43	43	40	4,52	4,54	4,2

Расчёт конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum V_i * B_i = 4,52$$

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

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

4.1.2 SWOT – анализ

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

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, который проявились или могут проявиться в его внешней среде. Дадим трактовку каждому из этих понятий. Матрица SWOT – анализа представлена в таблице 7.

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

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

Таблица 7 – Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Высокая технологичность и эффективность инженерного решения.	Сл1. Наличие большого количества показателей, используемых для сравнения разработок.
С2. Низкий порог требований для оборудования, используемого в процессе анализа.	Сл2. Высокая стоимость оборудования.
С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Относительная сложность конструкции ТДКА.
С4. Использование полезной энергии газа.	Сл4. Изготовление оборудования на заказ.
Возможности	Угрозы
В1. Увеличение количества объектов разработки с низкими давлениями.	У1. Появление более дешевых аналогов.
В2. Повышение стоимости на конкурентные разработки.	У2. Высокий уровень конкуренции на рынке.
В3. Снижение экономических потерь, за счет увеличения степени разделения углеводородов.	У3. Повышение вероятности поломки оборудования.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон инженерного решения внешним условиям окружающей среды.

Составляется интерактивная матрица, с помощью которой можно оценить варианты стратегического выбора.

(+) – Сильное соответствие сторон возможностям;

(-) – Слабое соответствие сторон возможностям;

(0) – Сомнения в выборе.

Результаты анализа соответствий сильных сторон с возможностями представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты анализа соответствий сильных сторон с возможностями

Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4
Возможности проекта	В1	+	+	+	+
	В2	0	-	-	+
	В3	+	+	+	+

Анализируя данные интерактивной матрицы проекта, можно сделать вывод о сильной корреляции В1С1С3С2, В1В2В3С4, В3С1С3С2, что позволяет нам говорить о единой природе данных возможностей.

Третий этап заключается в составлении итоговой матрицы SWOT – анализа, которая приводится в данной работе (таблица 9).

Таблица 9 – SWOT – анализ

Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
<p>С1. Высокая технологичность и эффективность инженерного решения;</p> <p>С2. Низкий порог требований для оборудования, используемого в процессе анализа;</p> <p>С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта;</p> <p>С4. Использование полезной энергии газа;</p>	<p>Сл1. Наличие большого количества показателей, используемых для сравнения разработок;</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования;</p> <p>Сл3. Относительная сложность конструкции ТДКА;</p> <p>Сл4. Изготовление оборудования на заказ;</p>
Направления развития	Сдерживающие факторы
<p>В1С1С2. Увеличение количества объектов является положительным моментом при возможности использовании энергии полезного газа;</p> <p>В3С3С4. Высокая изученность данной разработки и наличие свежей информации позволяет обойти низкоизученные конкурентные разработки.</p>	<p>С1Сл3Сл4 Высокая технологичность и сложность конструкции влечет повышение вероятности поломки оборудования.</p> <p>В1У1У2 увеличение количества объектов разработки с низкими давлениями повлечет рост спроса и появление более дешевых аналогов.</p>
Угрозы развития	Уязвимости
<p>У1С1. Появление более дешевых аналогов может привести к снижению спроса даже на высоко эффективную разработку;</p> <p>У3С4. Повышение вероятности поломки оборудования может повлечь за собой долгий межремонтный период.</p>	<p>У1Сл1. Появление дешевых конкурентов может создать уязвимости для разработок, имеющих большие неопределенности;</p> <p>У1Сл2. Высокий уровень конкуренции на рынке может предоставить более дешевую продукцию.</p>

В результате SWOT – анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над её недостатками. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно – исследовательской разработке.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

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

В данном разделе составлен перечень этапов работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 10.

Таблица 10 – 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 моделирования	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка данных для моделирования	Инженер

	7	Проведение моделирования	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

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

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

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

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

$$t_{ожi} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5}$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое

вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

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

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Пример расчета (календарное планирование выполненных работ), для остальных работ расчет проводится аналогично:

$$t_{ож} = \frac{3 * t_{min} + 2 * t_{max}}{5} = \frac{3 * 2 + 2 * 6}{5} = 3,2 \text{ чел – дней};$$

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} = \frac{3,2}{2} = 1,8 \text{ дней.}$$

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал}$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности находится по формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}$$

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

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 11.














Таблица 11 – Расчеты временных показателей проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ожс}}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	1	-	3	-	1,8	-	1,8	2,7
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	1	3	3	1,8	1,8	1,8	2,7
3. Обзор научной литературы	-	6	-	9	-	7,2	7,2	10,7
4. Выбор методов исследования	-	3	-	4	-	3,4	3,4	5,0
5. Планирование моделирования	3	5	5	8	3,8	6,2	5	7,4
6. Подготовка данных для моделирования	-	5	-	7	-	5,8	5,8	8,6
7. Проведение моделирования	-	5	-	7	-	5,8	5,8	8,6
8. Обработка полученных данных	-	18	-	24	-	20,4	20,4	30,2
9. Оценка правильности полученных результатов	3	4	4	5	3,4	4,4	3,9	5,8
10. Составление пояснительной записки	-	7	-	10	-	8,2	8,2	12,1
Итого:	8	54	15	77	11	63	63	94



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

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 12).

Таблица 12 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность работ													
				февр			март			апр			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	2,7														
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	2,7	 													
3	Обзор научной литературы	Исп2	10,7														
4	Выбор методов исследования	Исп2	5,0														
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7,4			 											
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	8,6														
7	Проведение эксперимента	Исп2	8,6														
8	Обработка полученных данных	Исп2	30,2														
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5,8									 					
10	Составление пояснительной записки	Исп2	12,1														

Примечание:

 – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер)

4.3 Бюджет научно – технического исследования (НТИ)

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

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

4.3.1 Расчёт материальных затрат НТИ (НИР)

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

Материальные затраты, необходимы для данной разработки, заносим в таблицу 13.

Таблица 13 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага для печати	шт.	2	628	1256
Картридж для лазерного принтера	шт	1	3 490	3 490
Комплекс канцелярских принадлежностей	шт.	1	1500	1500
ИТОГО				6246

4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

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

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Таблица 14 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ	1	3	30	30
Итого		30 тыс. руб.			

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.}$$

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

Месячный должностной оклад для руководителя:

$$З_m = З_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p = 30000 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 58\ 500 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад для инженера:

$$З_m = З_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p = 25000 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 48\ 750 \text{ руб.}$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет 0,2;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для города Томска);

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m * M}{F_d},$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 15).

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Инженер	Научный руководитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней, Выходные дни/Праздничные дни	104/14	104/14

Потери рабочего времени отпуска, невыходы на работу	24/7	24/7
Действительный годовой фонд рабочего времени	216	216

Таким образом, для инженера и руководителя соответственно:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}} = \frac{58500 * 11,2}{216} = 3033,3 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}} = \frac{48750 * 11,2}{216} = 2527,8 \text{ руб.},$$

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}},$$

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

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

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

Для руководителя и инженера соответственно:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} = 2527,8 * 11 = 27\,806 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} = 3033,3 * 63 = 191\,098 \text{ руб.}$$

Таблица 16 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб	$T_{\text{р}}$, раб. дн	$Z_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	29000	0,3	0,2	1,3	56550	2932,2	11	27806
Инженер	20000	0,3	0,2	1,3	39000	2022,2	63	191098
Итого $Z_{\text{осн}}$, руб								218904

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}},$$

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

Тогда для руководителя и инженера соответственно:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} = 0,13 * 27806 = 3614,8 \text{ руб};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} = 0,13 * 191098 = 24842,7 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, равный 0,13.

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые начисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяются по формуле:

– для руководителя:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (27806 + 3614,8) = 9426 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (191098 + 24842,7) = 64782 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2022 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.3.6 Накладный расход

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д.

Сумма 5 статей затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 17 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Сырье, материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
6246	2475	218904	28458	74208	330291

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\text{сумма статей} \frac{1}{5} \right) * k_{\text{пр}},$$

$$Z_{\text{накл}} = 382825 \cdot 0,16 = 52846,56;$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,1.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ «Повышение эффективности работы установки подготовки природного газа» по форме, приведенной в таблице 18. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 18 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
		Текущий Проект	Исп. 1	
1	Материальные затраты НИР	6246	6246	Пункт 1.3.1
2	Затраты на оборудование	2475	2475	
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	218904	160854	Пункт 1.3.2

4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	28458	20911	Пункт 1.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	74208	54530	Пункт 1.3.4
6	Накладные расходы	52846,56	39202,56	Пункт 1.3.5
Бюджет затрат НИР		383137,56	323421,12	Сумма ст.4

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

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрена:

1) Установка низкотемпературной сепарации на базе клапанов с эффектом Джоуля-Томпсона;

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{тек.пр}} = 383137,56$ руб., $\Phi_{\text{исп1}} = 323421,12$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{\Phi_{\text{исп1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{323421,12}{383137,56} = 0,84$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр}} = \frac{\Phi_{\text{тек}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{383137,56}{383137,56} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по двум вариантам разработки Исп1 считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 19).

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.1
1. Способствует росту производительности	0,25	5	3
2. Стабильность работы	0,2	4	4
3. Технические характеристики	0,2	5	3
4. Технологичность	0,2	5	4
5. Материалоёмкость	0,15	5	3
ИТОГО	1	4,8	3,4

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p\text{тек}} = 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,8$$

$$I_{p1} = 0,25 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 3,4$$

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

$$I_{\text{исп } i} = \frac{I_{p\text{-исп } i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}}$$

$$I_{\text{тек.пр}} = \frac{4,8}{1} = 4,8; I_{\text{исп1}} = \frac{3,4}{0,74} = 4,6.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности другого варианта с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 20).

Таблица 20 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,84
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	3,4
3	Интегральный показатель эффективности	4,8	4,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,86

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является текущий проект. Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентом.

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

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

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 94 дня; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 63 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 11 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 323421,12 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

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

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,8, по сравнению с 3,6;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,8, по сравнению с 4,6, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2Б8Д		ФИО Хахель Владимир Андреевич	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение	Отделение нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	Нефтегазовое дело 21.03.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Тема ВКР:

Повышение эффективности процесса низкотемпературной сепарации газа на
Мыльджинском нефтегазоконденсатном месторождении (Томская область)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования	<p>Объект исследования установка комплексной подготовки газа и конденсата Мыльджинского НГКМ.</p> <p>Область применения установки комплексной подготовки природного газа, с использованием клапана Джоуля-Томпсона.</p> <p>Рабочая зона: производственное помещения. Размеры помещения 100*50 м.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны сепараторы, шлейфы, регулирующие запорные арматуры, дроссель, детандер-компрессор, теплообменники.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне контроль параметров при работе оборудования, ввод ингибитора, сепарация природного газа.</p>
----------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:	<p>Специальные правовые нормы трудового законодательства, на основе документов по охране труда и технике безопасности.</p> <p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (организация санитарно-бытового обслуживания).</p>
2. Производственная безопасность при эксплуатации:	<p>Анализ потенциальных вредных и опасных факторов при проведении полевых работ на участках фонда скважин и промысла нефтегазоконденсатных месторождений.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека; – Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8Д	Хахель Владимир Андреевич		

5 Социальная ответственность

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

Объектом исследования является установка комплексной подготовки газа и конденсата Мыльджинского нефтегазоконденсатного месторождения. Месторождение находится в Каргасокском районе Томской области. На установке проводится подготовка газа к транспортировке методом низкотемпературной сепарации.

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

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Рабочая смена за пультом управления составляет 12 часов. Контроль над работой оборудования должен происходить всегда, то есть работы проводятся в две смены. Запрещен допуск к работе женщин и подростков, также сотрудников, не имеющих допуск к работе. Каждому оператору в обязательном порядке выдается 2 комплекта спецодежды. Оператор может устранять мелкие неполадки в работе установки, но запрещается допуск к устранению серьезных

поломок. При обнаружении таковых незамедлительно сообщить сменному инженеру и вызвать бригаду ремонтников. [25]

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

5.2 Производственная безопасность

Рассмотрим основные наиболее вероятные вредные и опасные производственные факторы на рабочих местах, которые могут иметь место при выполнении данных видов работ, представленных в таблице 21.

Таблица 21 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

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

	освещения	
	4. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	ОСТ 51.140-86
	5. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.009-2017
	6. Эксплуатация оборудования, работающих под давлением	ПБ 03-576-03
	7. Пожаровзрывоопасность	ГОСТ Р 12.3.047-2012

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

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

Для предотвращения газогидратных пробок на нефтегазоконденсатных месторождениях используется метанол, который представляет большую опасность производства для обслуживающего персонала и населения. Метанол - сильный яд, действующий на нервную и сосудистую системы, слизистую оболочку дыхательных путей. Отравление при приеме внутрь и при вдыхании паров. Небольшое количество метанола (до 10-15г) приводит к тяжелым отравлениям. ПДК для данного вещества указана в Таблице 22. При работе с метанолом необходимо соблюдать требования техники безопасности согласно ГОСТ 12.1.007-76 [19].

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

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

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

Нормы производственного микроклимата установлены в ССБТ ГОСТ 12.1.005-88. Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями [27].

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

Таблица 22 – Характеристики пожаро-, взрывоопасных и токсических свойств сырья, полупродуктов, готовой продукции и отходов производства [10]

Наименование сырья, полупродуктов, готовой продукции	Агрегатное состояние при рабочих условиях	Класс опасности ГОСТ 12.1.007-76	Температура, °С			Концентрационные пределы, % об.		Характеристика токсичности (воздействия на организм человека)	ПДК веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88[12]), мг/м ³
			Вспышки	Воспламенения	амоиспламенения	Н и ж	Верх		
Газ природный	Газ	4	- 19 1		5 3 7	5	15	Действует удушающе при незначительном, менее 18%, содержании O ₂ в воздухе. Вызывает расстройство нервной системы	300
ДЭГ	Жидкость	3	12 3	133 - 203	3 8 0	1. 05	22. 07	При приеме внутрь - яд. Возможны хронические отравления при вдыхании паров	10
Метанол	ЛВЖ	3	6		4 4 0	6	34	Сильный яд, действует на нервную и сосудистую системы, слизистую оболочку дыхательных путей. Отравление при приеме внутрь и при вдыхании паров.	5
Конденсат газа	ЛВЖ	4	<- 40		2 8 7	1. 4	7.7	Действует на центральную нервную систему. При длительном вдыхании паров в концентрациях значительно превышающих ПДК, появляется головокружение, тошнота, головная боль и слабость, а при значительных концентрациях может наступить отравление. Может вызвать заболевания: дерматит и экзему.	300
Керосин	ЛВЖ	4	28	25 - 105	2 3 0	1. 8	8	Керосин является малоопасным продуктом. В помещениях для хранения керосина не допускается хранить кислоты, баллоны с кислородом и другие окислители.	300

В рабочей зоне производственного помещения согласно ГОСТ 12.1.005-88 могут быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия [27].

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

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 23, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Таблица 23 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

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

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 3 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3° С;
- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать:
 - опри категориях работ Ia и Ib – 4° С;
 - опри категориях работ IIa и IIб – 5° С;
 - опри категории работ III – 6° С.

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

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

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

При концентрации паров углеводородов свыше 300 мг/м³ (Таблица 22) работы должны быть приостановлены, люди выведены из опасной зоны.

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

больших количеств горючих газов, аварийная вентиляция совместно с основными системами обеспечивает дополнительный воздухообмен [21, 26].

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

5.3.4 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

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

Для обеспечения комфортного освещения разработаны и выполнены следующие мероприятия: рабочие места объекты подходы к ним, проходы в темное время суток освещены, искусственное освещение выполняется в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок ПУЭ и строительных норм и правил, уровень освещенности рабочих мест соответствует отраслевым нормам проектирования искусственного освещения объектов. В производственных помещениях предусмотрено аварийное и эвакуационное освещение. Освещенность помещения обеспечивает оптимальное зрительное восприятие объекта различения. Освещение обеспечивает равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающего пространства.

Освещенность поверхности постоянна, без пульсаций. Осветительные установки долговечны и безопасны. Замеры уровня освещенности проводится не реже одного раза в год, а также после реконструкции помещений и систем освещения [20, 25].

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

помещениях регламентируется нормами СанПиН 2.2.1/2.1.1.2585-10 в зависимости от характера зрительной работы. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк.

Освещение не должно давать блики, яркость светящихся поверхностей не должна быть более 200 кд/м².

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

5.3.5 Производственные факторы, связанные с электрическим током

Все производственные помещения должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.009-2017 [22].

Согласно приказу Минтруда России от 15.12.2020 N903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», установлено 5 квалификационных групп по электробезопасности, каждая из которых предусматривает соответствующий объем требований в отношении профессиональных знаний, стажа работы в электроустановках и практических навыков, представленных в таблице 24.

Таблица 24 – Группы по электробезопасности электротехнического персонала и условия их присвоения

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

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

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

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

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

Для защиты от статического электричества технологическое оборудование и трубопроводы заземлены. Максимальное сопротивление контура заземления от статического электричества не превышает 100 Ом.

Для ослабления генерирования зарядов статического электричества ЛВЖ и другие диэлектрические материалы транспортируются по трубопроводам с малыми скоростями. Ограничения скорости транспортирования принимаются в зависимости от свойств жидкости, диаметра и длины трубопроводов.

Для предотвращения образования и накопления статического электричества от падающей струи трубы для заполнения резервуаров, емкостей спущены почти до дна, под уровень имеющейся жидкости.

Предусмотрена защита технологических установок производственных зданий и сооружений от электрической и электромагнитной индукции. От прямых ударов молний сооружения защищены специально установленными молниеотводами.

5.3.6 Эксплуатация оборудования, работающих под давлением

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

Например, мощность взрыва сосуда вместимостью 1 м^3 , находящегося под давлением воздуха, равным 1 МПа , составляет 13 МВт .

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

Требования безопасности, предъявляемые к устройству, изготовлению и эксплуатации сосудов, работающих под давлением, определены "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением" ПБ 03-576-03 [24]. К сосудам, на которые распространяются эти правила, относятся: сосуды, работающие под избыточным давлением свыше $0,07\text{ МПа}$ ($0,7\text{ кгс/см}^2$); баллоны, предназначенные для перевозки и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше $0,07\text{ МПа}$, сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115°C или другой жидкости с температурой, превышающей температуру кипения при давлении $0,07\text{ МПа}$.

Правила устанавливают специальные требования безопасности к конструкции и материалам сосудов, к изготовлению, монтажу и ремонту, к арматуре, контрольно-измерительным приборам и предохранительным

устройствам, к установке, регистрации и техническому освидетельствованию сосудов, к содержанию и обслуживанию их [24].

Конструкция сосудов должна быть надежной, обеспечивать безопасность при эксплуатации и предусматривать возможность осмотра, очистки, промывки, продувки и ремонта сосудов. Так, сосуды с внутренним диаметром более 800 мм должны иметь люки, а с диаметром менее 800 мм - лючки в местах, доступных для обслуживания [24].

5.3.7 Пожаробезопасность и взрывобезопасность

Все мероприятия проводятся согласно ГОСТ Р 12.3.047-2012 [23]. На газовом промысле взрывоопасен природный газ, его концентрация в рабочей зоне не должна превышать 15 %об. (таблица 22). Для взрывоопасных и пожароопасных цехов, участков, объектов; исходя из их специфики, в качестве мер пожарной безопасности принят порядок содержания территории, зданий и помещений, в т.ч. эвакуационных путей и выходов, осуществляется мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при проведении технологических процессов, эксплуатации оборудования, производстве пожароопасных работ.

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

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

Производственные и служебные помещения, технологическое оборудование укомплектовано необходимыми первичными средствами пожаротушения согласно нормам.

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

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

Таблица 25 – Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности

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

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

Внутреннее пожаротушение, кроме автоматического, осуществляется из внутреннего противопожарного водовода, через установленные на нем краны, количество которых соответствует параметрам помещений.

При возникновении пожара, кроме централизованного отключения вентиляционных систем, предусмотрена их автоматическая блокировка, за исключением вентиляционных систем, обслуживающих тамбур шлюзы, на канализационных сетях промстока установлены гидрозатворы.

Все здания предусмотрены третьей степени огнестойкости согласно СНиП 21-01-97. В зданиях с помещениями категории «А» предусмотрены наружные легко

сбрасываемые конструкции, площадь которых составляет не менее 0,05 м² на 1 м³ объема взрывоопасного помещения.

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

5.4 Экологическая безопасность

Особое отрицательное воздействие на природные ресурсы и компоненты окружающей среды оказывают вредные факторы, представленные в таблице 24, где также описаны основные природоохранные мероприятия.

Таблица 26 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при эксплуатации систем подачи химических веществ

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

5.4.1 Мероприятия по охране атмосферного воздуха

Атмосферный воздух в районе НГКМ загрязняется главным образом такими вредными веществами как окись углерода и окислы азота, содержащимися в продуктах сгорания природного газа, используемого для

собственных нужд с целью получения тепловой и электрической энергии, энергии для работы газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций; для сжигания загрязненных промышленных стоков на горизонтальных факельных установках (ГФУ).

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

Следующим по значимости источником загрязнения атмосферного воздуха являются выбросы автотранспорта, отработанные выхлопные газы которых содержат в своем составе окись углерода, окислы азота, углеводороды и другие вредные вещества [28].

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

Основные мероприятия, проводимые в АО "Газпром добыча Томск" по предупреждению загрязнения атмосферного воздуха, включают и себя:

- контроль выхлопных газов автотранспорта на дымность, содержание окиси углерода с целью последующей регулировки двигателей для снижения концентрации вредных веществ в выбросах до нормативных величин;
- контроль дымовых газов котельных, технологических печей и других стационарных источников выбросов на содержание окиси углерода, окислов азота для установления оптимальных режимов сжигания природного газа и уменьшения концентрации указанных вредных веществ;
- утилизацию промстоков путем закачки их в поглощающие горизонты вместо сжигания с природным газом на ГФУ.

5.4. Мероприятия по охране водных объектов

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

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

5.4.3 Мероприятия по охране литосферы

С целью предотвращения загрязнения почв компания осуществляет следующие мероприятия:

- захоронение твердых бытовых отходов, утилизация строительных отходов производится на специальных полигонах; складирование металлолома на отдельно отведенных площадках;
- хранение горюче-смазочных материалов, метанола производится в емкостях, установленных на бетонированных площадках с надежной гидроизоляцией и обваловкой;

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

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На газовом промысле велика угроза выброса горючего природного газа вследствие неисправности применяемого оборудования, применения неправильных и опасных приемов работы, неудовлетворительной постановки

обучения и инструктажа рабочих, не использования защитных средств и приспособлений по технике безопасности, что может привести к возгоранию и, впоследствии, к взрыву.

Возможные источники и причины взрывов на рабочем месте:

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

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

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

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

Главная задача при возникновении пожара – его локализация. Небольшие загорания, а также пожары в начальной стадии могут быть успешно

ликвидированы обслуживающим персоналом первичными средствами пожаротушения: порошковые и углекислотные огнетушители, асбестовые полотна, грубошерстные ткани (кошма, войлок), песок.

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

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

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

В аварийной ситуации персонал должен:

- Принять меры к локализации аварии, прекращению поступления в зону аварии горючих веществ, материалов, которые при горении выделяют вредные и ядовитые вещества;
- После осмотра места аварии сообщить р создавшейся ситуации и принятых мерах руководству промысла;
- После прибытия на место аварии восстановительных и пожарных подразделений, сообщить их руководителям о создавшейся ситуации, о положении запорной арматуры на технологических коммуникациях, примыкающих к зоне аварии, месторасположении и условиях проезда к пожарным гидрантам.

Выводы по разделу

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

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

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

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

Заключение

В данной работе было проведено исследование по повышению эффективности работы настоящей схемы низкотемпературной сепарации на Мыльджинсокм НГКМ. С помощью данных об эксплуатации месторождения, технологического регламента эксплуатации УКПГ, а также имеющейся научной литературы проведена оценка путей модернизации установки и их эффективности. Проведен анализ влияния параметров процесса низкотемпературной сепарации на его эффективность. Сделаны выводы о текущем состоянии разработки месторождения.

Эффективность работы установки оценивалась с помощью модели, построенной в программном комплексе UniSim Design. В процессе моделирования были проведены расчетные исследования влияния рабочих параметров на эффективность подготовки газа.

В ходе исследование было выявлено максимальный эффект детандирования достигается при подготовке газа с наименьшей температурой на входе в установку. Высокая производительность холода турбодетандерных агрегатов достигается при наибольшем давлении газа на входе в детандер. В связи с увеличением в составе конденсата тяжелых компонентов, подготовка газа с применением турбодетандера позволяет увеличить получение пропан-бутановой фракции, а также стабильного конденсата.

В данной работе проведен анализ увеличения степени извлечения конденсата и пропан-бутановой фракции путем подбора оптимальных параметров работы установки комплексной подготовки газа и конденсата. В ходе анализа установлено что оптимальными параметрами работы установки являются:

- Давление от ДКС 7200 кПа
- Давление в С-3 3700 кПа

При этом температура газа в С-3 составляет $-33,84^{\circ}\text{C}$, расход жидкости из сепаратора С-3 возрастает на $4100 \text{ м}^3/\text{ч}$.

- Температура точки росы по углеводородам составляет $-29,25^{\circ}\text{C}$
- Температура точки росы по воде составляет $-30,65^{\circ}\text{C}$

Подбор оптимальных параметров в ходе исследования происходил в допустимом диапазоне согласно регламенту установки комплексной подготовки газа. Актуальным становится вопрос оптимизации систем сбора или модернизации ДКС. Оптимизация систем сбора может положительно сказаться на эффективности работы ДКС, что в свою очередь повысит эффективность процесса подготовки газа на УКПГ.

Список использованных источников

1. К.Н. Уваров, О.С. Шевцова Справочник мастера по подготовке газа. Учебно-практическое пособие. – М.: «Инфа-Инженерия», 2009. – 253 с.
2. Арнольд К., Стюарт М. Справочник по оборудованию для комплексной подготовки газа. Промысловая подготовка углеводородов / Перевод с английского. М.: ООО «Премиум Инжиниринг»2012. – 630 с.:ил
3. Габдулов И.Н. Анализ низкотемпературной сепарации с изоэнтальпийным расширением газа. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2019, 4 с.
4. Imaev S., Borisov V., Bondachev S. New low temperature technologies of natural gas processing. ENGO Engineering. 2014. 9.
5. Louis R., Dwight H. Low temperature dehydration of natural gas, Petroleum Transactions. Okla. city. Vol. 192. 1951.
6. Дунаев А.В., Истомин В.А., Кубанов А.Н. Особенности технологических процессов промышленной подготовки природного газа с низким конденсатным фактором // Газовая промышленность, 2015. №11. С.80-83
7. Давлетов К.М. Анализ пиковых режимов установки комплексной подготовки газа (УКПГ) Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения / К.М. Давлетов, В.Ю. Глазунов, И.П. Эльберт // Нефтегазовое дело: научный журнал. – 2013. – №5. – С.170–178.
8. Технологический регламент «Участок комплексной подготовки газа Мыльджинского нефтегазоконденсатного месторождения». – АО «Газпром Добыча Томск», 2016. – 571 с.
9. Дополнения к технологической схеме разработки Мыльджинского месторождения. – АО «Газпром Добыча Томск». 2011. – 468 с.
10. Грунвальд А.В. Использование метанола в газовой промышленности в качестве ингибитора гидратообразования и прогноз его потребления в периоддо 2030 г. – ВНИИГАЗ/Газпром, 2007. – 25с
11. Мاستрюков Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий: учебное пособие / Б. С.

Мастрюков. — Москва: Академия, 2011. — 368 с.: ил. — Высшее профессиональное образование. Безопасность жизнедеятельности. — Библиогр.: с. 364-365.

12. Кидни А., Парриш У.Р., Маккартни Д. Основы переработки природного газа: пер. с англ. яз. 2-го изд. под ред. О. П. Лыкова, И. А. Голубевой. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. – 664 с., ил.

13. Колокольцев С. Н. Совершенствование технологий подготовки и переработки углеводородных газов: Монография. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 600 с.

14. Технологии переработки природного газа и конденсата / В. И. Мурин, Н. Н. Кисленко, Ю. В. Сурков и др. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – Ч. 1. – 517 с.: ил.

15. Степанова Г.С. Фазовые превращения углеводородных смесей газоконденсатных месторождений. – М: Недра, 1974. – 224 с.

16. ОСТ 089-2010 «Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральными газопроводам. Технические условия».

17. СТО Газпром 18000.2-007-2018 Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ПАО «Газпром».

18. Мастрюков, Борис Степанович. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий: учебное пособие / Б. С. Мастрюков. — Москва: Академия, 2011. — 368 с.: ил. — Высшее профессиональное образование. Безопасность жизнедеятельности. — Библиогр.: с. 364-365.

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

20. СП 52.13330.2016 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.

21. ОСТ 51.140-86 Отраслевой стандарт СССР «Организация и проведение контроля воздуха рабочей зоны на объектах газовой промышленности». Общие требования безопасности.

22. ГОСТ 12.1.009-2017 Система стандартов безопасности труда

«Электробезопасность». Термины и определения.

23. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов». Общие требования. Методы контроля.

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

25. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

26. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

27. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

28. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

29. ГОСТ 12.0.003-15 «Опасные и вредные производственные факторы». Классификация;

30. СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».