

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 (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ): Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ НА ЗАПОЛЯРНОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ЯНО)

УДК 622.245.54(571.122)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Большанин Кирилл Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Глызина Татьяна Святославовна	Д.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Фех Алина Ильдаровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2021 г.

Планируемые результаты обучения

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Р1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОК(У)-1, ОК(У)-2, ОК(У)-4, ОК(У)-6, ОК(У)-7, ОК(У)-8, ОПК(У)-1, ОПК(У)-2)</i>
Р2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ ОК(У)-3, ОК(У)-5, ОК(У)-9, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6)</i>
Р3	Осуществлять и корректировать технологические процессы при эксплуатации и обслуживании оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-3, ПК(У)-6, ПК(У)-7, ПК(У)-8, ПК(У)-10, ПК(У)-11)</i>
Р4	Выполнять работы по контролю промышленной безопасности при проведении технологических процессов нефтегазового производства и применять принципы рационального использования природных ресурсов, а также защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, (ПК(У)-4, ПК(У)-5, ПК(У)-9 ПК(У)-12, ПК(У)-13, ПК(У)-14, ПК(У)-15)</i>
Р5	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК (У)-23, ПК (У)-24)</i>
Р6	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ ОК(У)-4, ОПК(У)-3, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-25, ПК(У)-26)</i>
Р7	Работать эффективно в качестве члена и руководителя команды, формировать задания и оперативные планы, распределять обязанности членов команды, нести ответственность за результаты работы при разработке и эксплуатации месторождений	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК(У)-9, ПК(У)-14), требования профессионального стандарта 19.021 Специалист по промысловой геологии</i>
Р8	Управлять технологическими процессами, обслуживать оборудование, использовать любой имеющийся арсенал технических средств, обеспечивать высокую эффективность при разработке и реализации проектов нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-9, ПК(У)-11), требования профессионального стандарта 19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата</i>
Р9	Повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности на опасных производственных объектах, соблюдать правила охраны труда и промышленной безопасности, выполнять требования по защите окружающей среды	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-6, ОПК(У)-7, ПК(У)-4, ПК(У)-7, ПК(У)-13), требования профессионального стандарта 19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата, 19.021 Специалист по промысловой геологии.</i>

Школа: Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ): Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7П	Большанин Кирилл Алексеевич

Тема работы:

Анализ технологий по предупреждению формирования газовых гидратов на Заполярном нефтегазоконденсатном месторождении (ЯНО)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	89–12/с от 30.03.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Тексты и графические материалы отчетов и исследовательских работ, фондовая и научная литература, технологические регламенты, нормативные документы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Газовые гидраты природных газов: описание, определение, структуры, типы, основные характеристики. Условия образования газовых гидратов в промысловых системах. Опыт применения современных технологий по предупреждению и борьбе с газовыми гидратами. Особенности выбора и проектировании технологий по предупреждению образования газовых гидратов на Заполярном нефтегазоконденсатном месторождении. Анализ эффективности применяемых методов предупреждения и ликвидации газовых гидратов.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, Спицына Любовь Юрьевна
Социальная ответственность	Старший преподаватель, Фех Алина Ильдаровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Общие сведения о газовых гидратах и процессе гидратообразования	
Характеристика Заполярного нефтегазоконденсатного месторождения	
Анализ методов предупреждения и борьбы с техногенными гидратами в системах сбора и транспортировки газа	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Глызина Татьяна Святославовна	д.х.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Большанини Кирилл Алексеевич		

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

- ВНК** – водонефтяной контакт;
- ГНК** – газонефтяной контакт;
- ГПА** – газоперекачивающие агрегаты;
- ГФУ** – горизонтальная факельная установка;
- ДКС** – дожимная компрессорная станция;
- ДЭГ** – диэтиленгликоль;
- МЭД** – минимально-эффективная дозировка
- НГКМ** – нефтегазоконденсатное месторождение;
- НГО** – нефтегазоносная область;
- НГП** – нефтегазоносная провинция;
- НКТ** – насосно-компрессорные трубы;
- СПИ** – система подачи ингибитора;
- ТЭГ** – триэтиленгликоль;
- УВ** – углеводороды;
- УКПГ** – установка комплексной подготовки газа;
- УОК** – установка отсекающих кранов;
- УППГ** – установка первичной подготовки газа;
- ФЕС** – фильтрационно-емкостные свойства;
- ЭГ** – этиленгликоль;
- ЯНАО** – Ямало-ненецкий автономный округ.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит страниц 96, в том числе 15 рисунков, 19 таблиц. Список литературы включает 36 источников.

Ключевые слова: гидраты природных газов, гидратообразование, методы предупреждения процессов образования гидратов, способы борьбы с гидратами, ингибиторы гидратообразования, метанол.

Объектом исследования являются технологии, применяемые для предупреждения и борьбы с гидратами природных газов на Заполярном нефтегазоконденсатном месторождении.

Целью работы является анализ комплексных технологических мер по предупреждению образования газовых гидратов, выявление преимуществ и недостатков методов, а также выбор и обоснование наиболее эффективных решений на Заполярном нефтегазоконденсатном месторождении.

В бакалаврской работе приведены общие сведения о гидратах: условия образования, процесс формирования и строение структур. Проанализированы актуальные методы предотвращения, а также способы ликвидации кристаллических структур в промысловых системах сбора и транспортировки газа.

Область применения: нефтегазоконденсатные, газоконденсатные и газовые месторождения, преимущественно располагающиеся в умеренных широтах или в условиях Крайнего Севера, газодобывающие скважины, газотранспортные системы.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, представленные в работе расчеты производились в электронном редакторе таблиц – Microsoft Excel.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГАЗОВЫХ ГИДРАТАХ И ПРОЦЕССЕ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ.....	11
1.1 Общая характеристика газовых гидратов	11
1.2 Классификация гидратов	14
1.3 Условия образования кристаллогидратов.....	16
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПОЛЯРНОГО НГКМ	23
2.1 Общие литологические сведения о месторождении, распределение пород-коллекторов	23
2.2 Характеристика добываемого сырья.....	27
2.3 Характеристика производимой продукции.....	28
2.4 Анализ основных показателей разработки Заполярного НГКМ	29
3 АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И БОРЬБЫ С ТЕХНОГЕННЫМИ ГИДРАТАМИ В СИСТЕМАХ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА	32
3.1 Участки образования и накопления гидратов.....	33
3.2 Методы и технологии предупреждения гидратообразования	37
3.3 Методы локализации и ликвидации формирований кристаллогидратов	47
3.4 Комплексные мероприятия по предупреждению формирования гидратов, применяемые на Заполярном нефтегазоконденсатном месторождении.....	49
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	55
4.1 Потенциальные потребители технологии.....	55
4.2 Технология QuaD	56

4.3 Расчет бюджета технологии предотвращения процесса образования гидратов в шлейфе газодобывающей скважины	58
4.3.1 Расчет объема потребления ингибитора гидратообразования.....	58
4.3.2 Расчет затрат на приобретение и транспортировку реагента	60
4.3.3 Расчет фонда оплаты труда.....	63
4.3.4 Расчет амортизации основных средств	65
4.4 SWOT-анализ.....	65
4.5 Расчет конечной стоимости функционирования системы сбора и подготовки природного газа.....	69
4.6 Расчет ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности технологии	70
4.7 Заключение по разделу «Финансовый менеджмент».....	72
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	75
5.1 Правовые и организационные аспекты обеспечения безопасности	76
5.2 Производственная безопасность	77
5.2.1 Анализ влияния вредных факторов и выбор мероприятий по снижению воздействия в промышленных условиях	78
5.2.1.1 Токсическое и раздражающее воздействие на организм человека химических веществ.	78
5.2.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте	78
5.2.1.3 Повышенная загазованность пространства рабочей зоны	80
5.2.1.4 Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны	81
5.2.1.5 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	82
5.2.2 Анализ влияния опасных факторов и выбор мероприятий по устранению проявления факторов в промышленных условиях	83
5.2.2.1 Взрывоопасность, пожароопасность	83

5.2.2.2 Электробезопасность.....	85
5.3 Экологическая безопасность	86
5.3.1 Мероприятия по охране атмосферы.....	86
5.3.2 Мероприятия по охране водных объектов.....	87
5.3.3 Мероприятия по охране литосферы	88
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	89
5.5 Вывод по разделу «Социальная ответственность».....	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	94

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент повсеместно ведется разработка и добыча мировых энергетических ресурсов: нефть, природный газ, уголь. Огромная значимость данного вида ресурсов, обусловлена, в первую очередь, растущими запросами энергопотребителей. Так, например, за прошедшие 2019 г. и 2020 г. на территории Российской Федерации было добыто 737,7 млрд м³ и 690,8 млрд м³ газа соответственно, что является вторым показателем в мире, а доля добытого газа от общемировой добычи составляет 17%.

Превалирующая доля российского газа добывается на территории Ямало-Ненецкого автономного округа в условиях суровой климатической обстановки и наличии многолетнемерзлых пород. Ввиду перечисленных осложнений, одной из главных проблем при эксплуатации газоконденсатных месторождений являются процессы формирования кристаллогидратов.

Природный газ совместно с пластовой влагой при определенных термобарических условиях образуют устойчивые кристаллические структуры – гидраты. Данные структуры формируются и аккумулируются во внутренних полостях промысловых систем и значительно осложняют работу последних. Формированию гидратов подвержены ствол скважины, шлейфы, газораспределительные станции и установки подготовки газа. Газовые гидраты, отлагаясь на внутренних поверхностях трубопроводов частично или полностью перекрывают проходное сечение, чем вызывают осложнения или аварии в технологических процессах добычи и транспортировки газа.

Наращивание темпов добычи газа, ввод в эксплуатацию новых газодобывающих скважин или открытие газовых месторождений лишь наиболее явно указывает на проблему формирования техногенных гидратов. В связи с чем, актуальным направлением исследований является поиск и анализ мер по предупреждению и противодействию процессам формирования гидратов в газодобывающей отрасли.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГАЗОВЫХ ГИДРАТАХ И ПРОЦЕССЕ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ

1.1 Общая характеристика газовых гидратов

В широком смысле под гидратами понимают соединения, продукты химического взаимодействия воды с органическими или неорганическими веществами. Однако, наиболее емко в газовой промышленности гидраты определяют, как вещества, состоящие из совокупности микромолекул и воды, формирующихся при определенных термобарических условиях.

Гидраты природного газа, зачастую сопровождающие процесс добычи и транспортировки углеводородов, представляют собой твердые, кристаллические соединения и относятся к группе клатратов. Клатраты формируются посредством размещения свободных молекул, молекул-гостей, в структурных пробелах кристаллической решетки молекул-хозяев, при этом химические связи между молекулами гостей и хозяев не образуются. Простейшим примером такого рода взаимодействия при добыче природного газа является расположение в полости кристаллической решетки, созданной молекулами воды, молекул летучих углеводородов, таких как метан, этан и пропан.

Формирование кристаллогидратов определяется термобарическими условиями: рабочим давлением и температурой. Немаловажную роль также играет молекулярный состав газа и количество воды. Рост кристаллов наблюдается при определенных давлении и температуре и наличием достаточного количества «строительных» компонентов [1].

Процесс образования гидратов происходит поэтапно, согласно следующим пунктам [2]:

1. Достигнуты необходимые термобарические условия: высокое давление в системе совместно с малой температурой. Гидратообразующие вещества содержатся в системе в достаточном количестве (метан, этан, двуокись углерода), и количество воды достаточно.

2. Молекулы воды, посредством водородных связей выстраивают упорядоченную кристаллическую решетку, в новоявленной структуре достаточно большое количество полостей.
3. Молекулы гидратообразующего вещества занимают вакантные полости, без химического взаимодействия с молекулами-узлами кристаллической решетки.
4. Окончательное формирование клатрата природного газа, структура кристаллической решетки дополнительно стабилизируется в присутствии молекул-гостей, образуется устойчивый кристаллогидрат.

Состав и строение кристаллической структуры определяется концентрацией и видом молекул гидратообразующего вещества, размещающихся в полостях решетки. Исходя их совокупности данных параметров, кристаллогидраты классифицируют по трем типам. Также следует дополнить, что в нефтегазовой промышленности наиболее распространены структуры I и II классов. Как правило, зонами вероятного формирования гидратов являются газопроводы, осуществляющие транспортировку природного газа.

Факторами, способствующими ускорению процесса гидратообразования, выступают следующие явления:

Высокая скорость потока. В газопроводах и прочих технических линиях скорость течения жидкости достигает достаточно больших значений, что благоприятно сказывается на процессе образования гидратов. Зонами наибольшего риска отложения кристаллогидратов являются места уменьшения внутреннего диаметра трубопроводов, а также дроссельная арматура, где скорости жидкости наибольшие, по причине малого проходного сечения. Кроме того, на приведенных участках наблюдается падение температуры, которое также обусловлено дроссель-эффектом.

Перемешивание. Молекулы в потоке природного газа в магистральном трубопроводе, резервуаре или теплообменнике находятся в хаотичном

движении, непрерывно перемешиваются, повышая интенсивность формирования гидратов.

Центры кристаллизации. Гидратообразование происходит наиболее интенсивно в областях, отвечающих благоприятными условиями для фазового перехода, то есть формирование кристаллогидрата – твердого соединения из жидкости. Области – центрами кристаллизации – являются: нарушение строения тела трубопровода (сварной шов), соединительные элементы и фасонные детали (колена, тройники, фланцы и т.д.), запорная арматура (различные клапана, задвижки). Также области, загрязненные ранее, служат центрами вероятного отложения гидратов, к ним относят включения шлама, окарины, песка.

Свободная вода. Наличие воды положительным образом сказывается на интенсивности процессов формирования гидратов, кроме того, поверхность раздела газ-вода является благоприятным центром кристаллизации.

Приведенные факторы способствуют активному росту кристаллогидратов, однако, не являются необходимыми для протекания процесса. Условия, обязательные для формирования гидратов, уже были приведены ранее.

Отправной точкой возникновения осложнений можно отметить накопление твердого кристаллического вещества, которое аккумулируется как в месте образования, так и на отдаленном расстоянии. Гидраты мигрируют по трубопроводам совместно со средой, образуют локальные скопления, что, как правило, приводит к техническим осложнениям. Так в многофазных линиях гидраты скапливаются в виде пробок, частично или почти полностью блокируют проходное сечение, вызывая повреждения или нарушая технологические режимы работы оборудования.

Однако, гидраты природных газов все еще остаются неустойчивыми физико-химическими соединениями. Молекулы гидратообразующего вещества свободно перемещаются внутри кристаллической структуры, такие соединения называются твердые растворы или растворы внедрения. Белые

кристаллы гидратных соединений, визуально похожие на лед, распадаются на газообразный углеводород и воду при нагревании или при снижении давления.

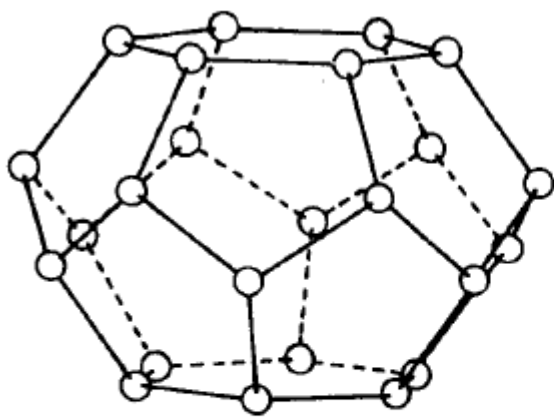
Таким образом, при разработке месторождений Крайнего Севера, Западной Сибири проблема формирования кристаллогидратов стоит достаточно остро, так как добываемый природный газ, насыщенный водой, при малой температуре испытывает влияние высокого давления. Суровые климатические условия и малые пластовые температуры положительно сказываются на динамике процесса образования гидратов.

1.2 Классификация гидратов

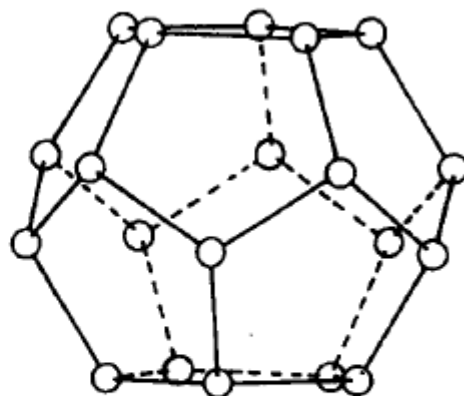
Кристаллогидраты разделяют на классы в зависимости от строения кристаллической решетки и расположения молекул воды в ее узлах. Соединения группы гидратов различают трех типов: гидраты I и II типов, наиболее распространены и зачастую сопровождают процессы добычи природного газа, вызывая различного рода осложнения. Третий тип гидратов: H структура – практически не встречается [1].

Молекула гидратов I типа характеризуются наиболее тривиальным структурным строением, нежели прочие соединения. Структура кристаллической решетки образована плоскостями, совокупно формируя двенадцатигранник (додекаэдр). Плоскости-границы молекулы кристаллогидрата имеют форму геометрически правильного пятигранника.

Следующий представитель гидратов I типа имеет в основе кристаллической структуры фигуру четырнадцатигранника (тетракайдекаэдра). Границы додекаэдра уступают по размеру тетракайдекаэдрическим, в связи с чем, выделяют малые и большие структурные плоскости.



ТЕТРАКАИДЕКАЭДР
14-гранник (большая полость)

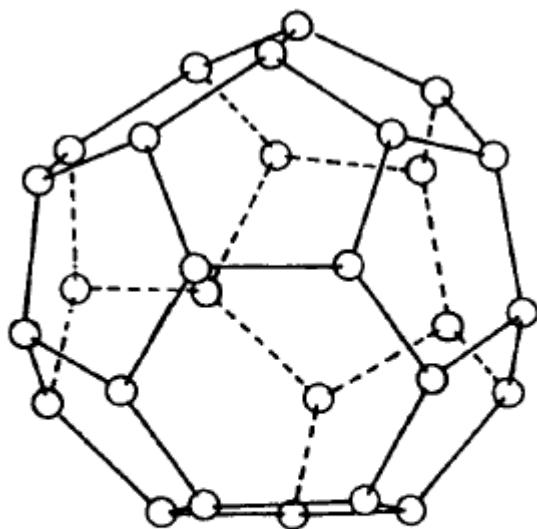


ДОДЕКАЭДР
12-гранник (малая полость)

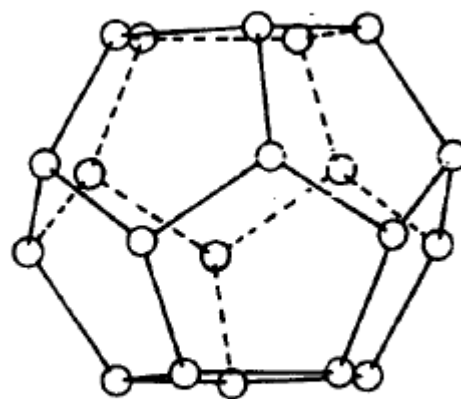
ГИДРАТ I ТИПА

Рисунок 1 – Строение ячеек кристаллической решетки гидратов I типа

Кристаллогидраты II типа также формируется двумя видами ячеек, однако, отличаются усложненной структурой. Ячейки решетки гидратов выстраиваются в форме двенадцати- и шестнадцатигранников, то есть являются додекаэдрами и гексакаидекаэдрами соответственно.



ГЕКСАКАИДЕКАЭДР
16-гранник (большая полость)



ДОДЕКАЭДР
12-гранник (малая полость)

ГИДРАТ II ТИПА

Рисунок 2 – Строение ячеек кристаллической решетки гидратов II типа

Гидратообразующими веществами для структур I и II типов кристаллогидратов являются: структуры I типа, формируются за счет размещения в полостях кристаллической решетки молекул метана (CH_4), этана (C_2H_6), сероводорода (H_2S), двуокиси углерода (CO_2). Для образования гидратов II типа необходимо присутствие в смеси соединений пропана (C_3H_8), изобутана (C_4H_{10}), молекул азота (N_2) [3].

С противоположной стороны, следует отметить химические свойства веществ, которые не способны формировать соединения кристаллогидратов. Отличительной особенностью таких веществ является их неспособность к образованию водородных связей, даже при условии малого размера молекул. В первую очередь, стоит отметить газы, хорошо растворимые в воде, примерами могут служить аммиак, хлороводород. А также соединения, молекулы которого уже связаны водородными связями, примером является метанол, который препятствует выстраиванию новых водородных связей между молекулами воды.

Достаточно длительный период не удавалось достоверно изучить строение кристаллической решетки гидратов, по причине их нестехиометричности. Или иначе, существует вероятность формирования структуры, в которой останутся вакантные полости, однако, даже частичное отсутствие гидратообразующих молекул не отражается на стабильности соединения. Степень заполнения вакантных полостей определяется концентрацией молекул-гостей, но в большей степени термобарическими условиями.

1.3 Условия образования кристаллогидратов

Как отмечалось ранее процесс формирования гидратов природного газа протекает лишь при соблюдении следующих условий: термобарические условия, располагающие к гидратообразованию (низкая температура, высокое давление), присутствие в смеси гидратообразующего вещества, достаточное количество молекул воды в рассматриваемой системе [1].

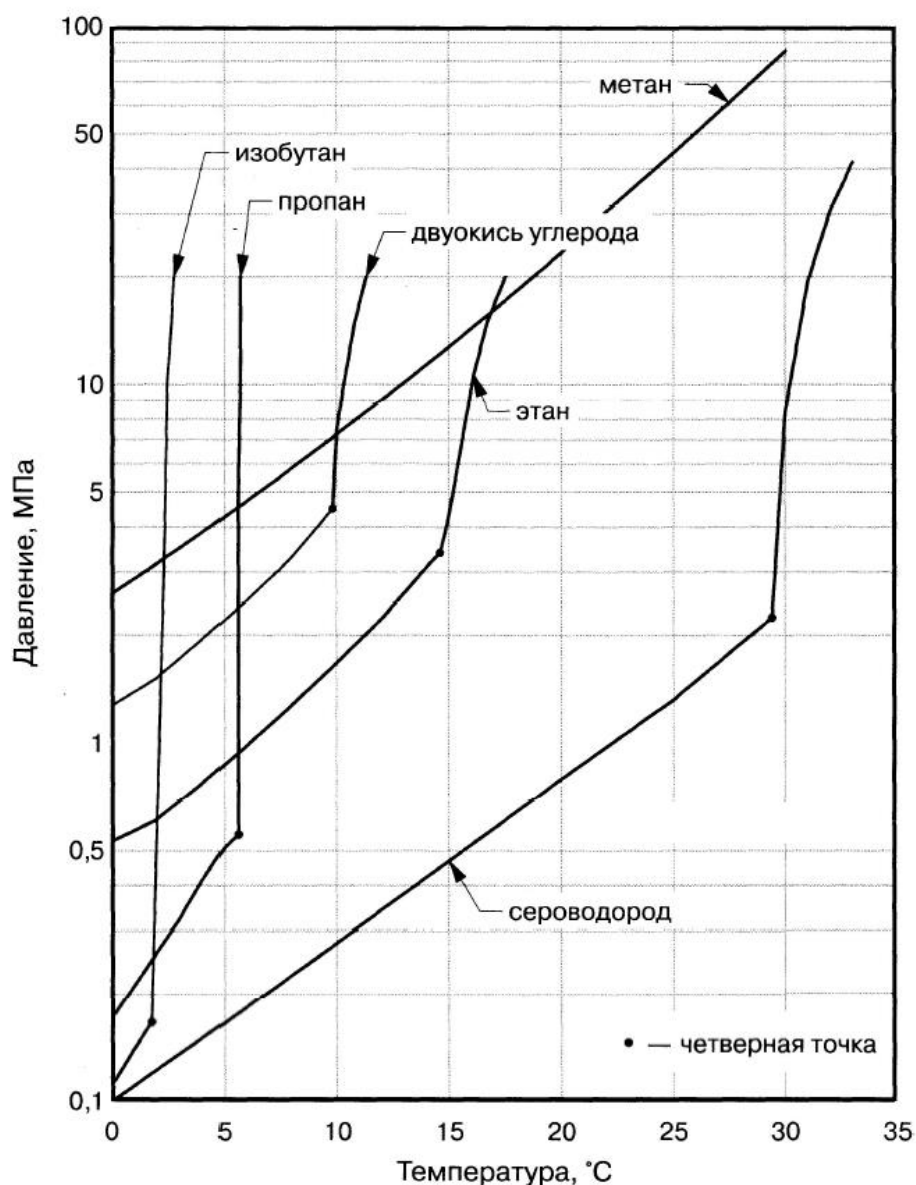


Рисунок 3 – Кривые гидратообразования, для ряда компонентов природного газа

Термобарическая диаграмма для компонентов природного газа, являющихся гидратообразующими веществами, отражает степень влияния внутренних параметров на интенсивность изменения условий гидратообразования. На диаграмме линии равновесия трехфазных систем характеризуются достаточно большими угловыми коэффициентами, а при изменении температуры наблюдается еще более значительный рост давления. Подобная картина свойственна для всего ряда представленных компонентов, за исключением метана.

Кроме того, интенсивность процесса гидратообразования и термобарические условия зависят от компонентного состава природного газа и характеристик трехфазной системы.

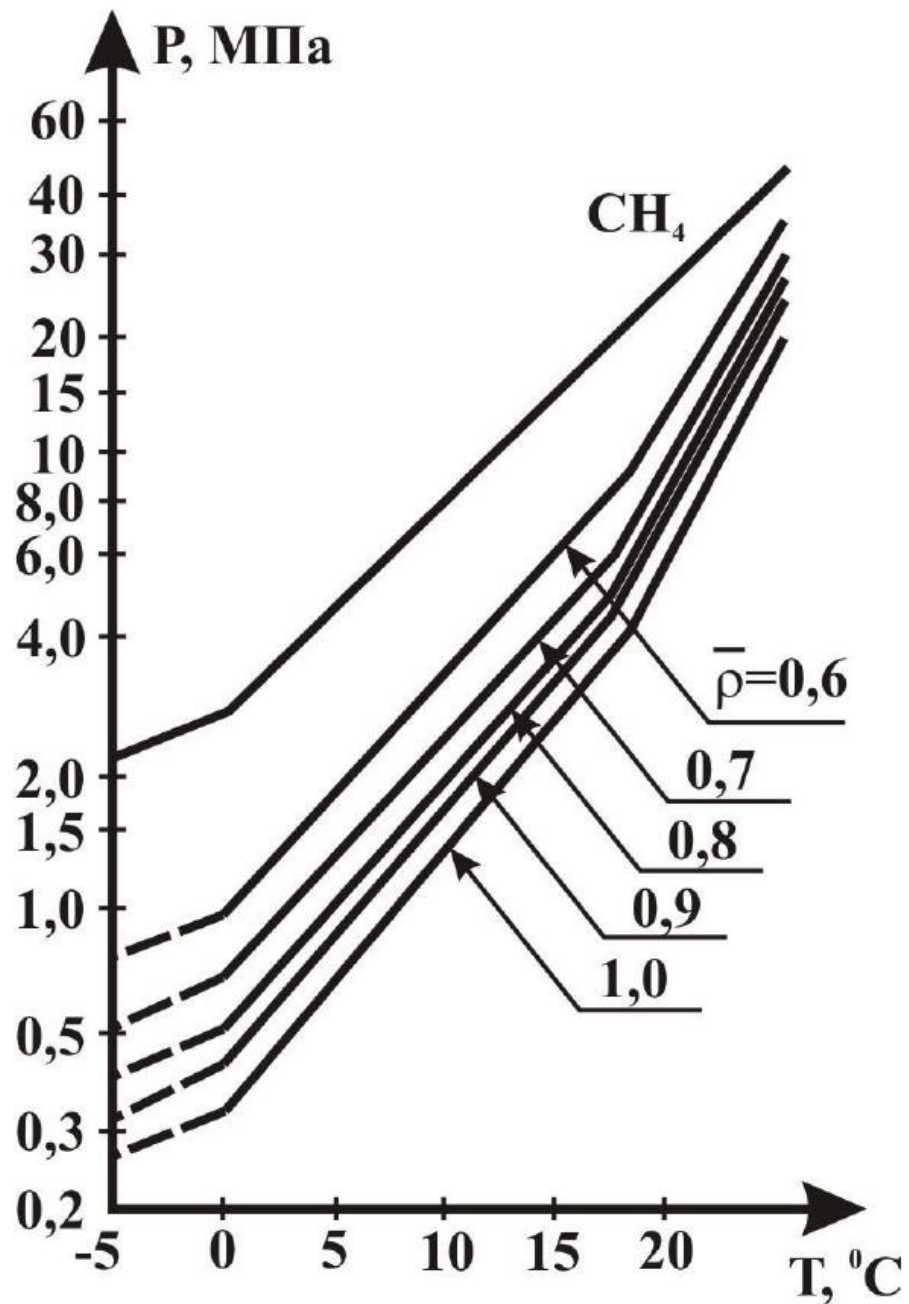


Рисунок 4 – Диаграмма граничных условий гидратообразования, для природного газа различного состава и плотности

На рисунке 4 представлены граничные условия процессов формирования гидратов природного газа в зависимости от относительной плотности смеси по воздуху и, соответственно, различного компонентного состава [4].

Следует уточнить, что приведенные зависимости справедливы для газов с указанной плотностью по воздуху, для газов, имеющих иную плотность и, как следствие, соотношение компонентов, разработан алгоритм аналитической аппроксимации. В процедуре аппроксимации учитывается изменение температуры смеси, плотность, параметр сжимаемости.

Принципиальная диаграмма фазовых состояний трехкомпонентной системы представлена на рисунке 5. В данном случае речь идет о формировании кристаллогидратов из некоторого индивидуального газа и воды (для простоты считается, что в системе присутствует лишь одно вещество-гидратообразователь).

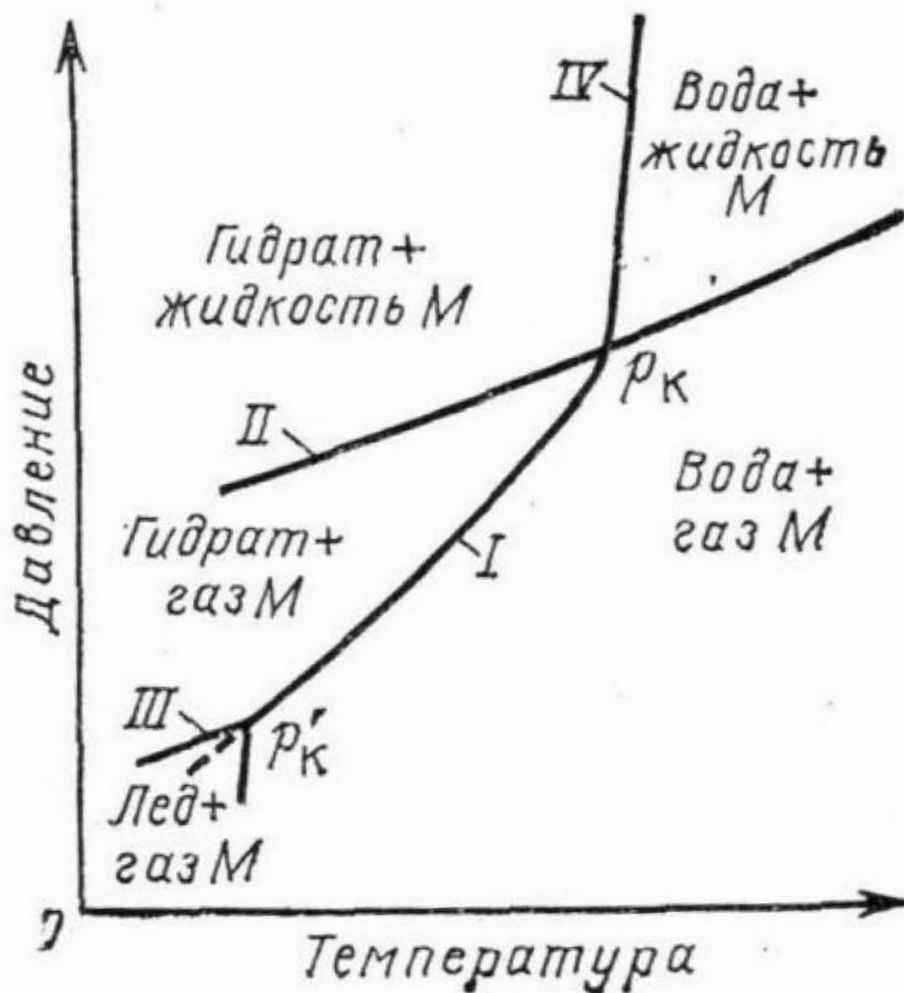


Рисунок 5 – Диаграмма фазовых состояний системы газ-гидрат

На диаграмме 5 область существования гидратов располагается слева от кривых I и IV, соответственно, справа от кривых кристаллогидраты не образуются, а в системе присутствует влага и гидратообразующее вещество в виде газа или жидкости. Расположение равновесной кривой, как было отмечено ранее (рисунок 4), обусловлено термобарическими условиями и индивидуально для газов различных составов [5].

Диаграмма гетерогенного равновесия в координатах $p - t$ отражает граничные условия для межфазных переходов компонентов системы. Так кривая I характеризует изменение давления газа-гидратообразователя над гидратом в присутствии жидкой воды. Кривая II является границей формирования кристаллогидратов и характеризует давление насыщенных влагой паров гидратообразователя. Кривая III определяет давление пара гидратообразователя в присутствии льда, а кривая IV – зависимость температуры плавления гидрата от давления [3].

На диаграмме фазовых состояний выделяют критические точки гидратообразования p_k и p'_k , соответственно верхняя и нижняя критические точки. Верхняя критическая точка также представлена на диаграммах 3 и 4 и называется четверной или квадрупольной, так как термобарические условия обуславливают сосуществование в равновесии сразу четырех фаз: воды, газа, кристаллогидратов и конденсата. Кроме того, повышение температуры выше верхней критической точки не сопровождается формированием гидратов при сколь угодно высоком увеличении давления, в таком случае газ-гидратообразователь переходит в жидкую фазу и находится в равновесии с молекулами воды.

Нижняя критическая точка гидратообразования также соответствует термобарическим условиям, при которых в равновесии находятся четыре фазы: газ-гидратообразователь, лед, гидраты и вода. Температура данной точки близка к нулю по шкале Цельсия, а давление разложения гидрата соответствует упругости насыщенного влагой газа, формирующего кристаллогидрат.

Как было отмечено ранее, на диаграмме 5 области образования кристаллогидратов располагаются левее кривых I и IV, при этом кривая I ограничена двумя критическими точками. Однако, в системах, в которых гидратообразующими газами являются аргон (Ar), метан (CH₄), этан (C₂H₆), криптон (Kr), азот (N₂), кислород (O₂) на фазовых диаграммах отсутствует верхняя критическая точка. Примером может послужить система метан-вода в условиях образования кристаллогидратов, отвечающая условиям промышленной разработки газоконденсатных месторождений [6].

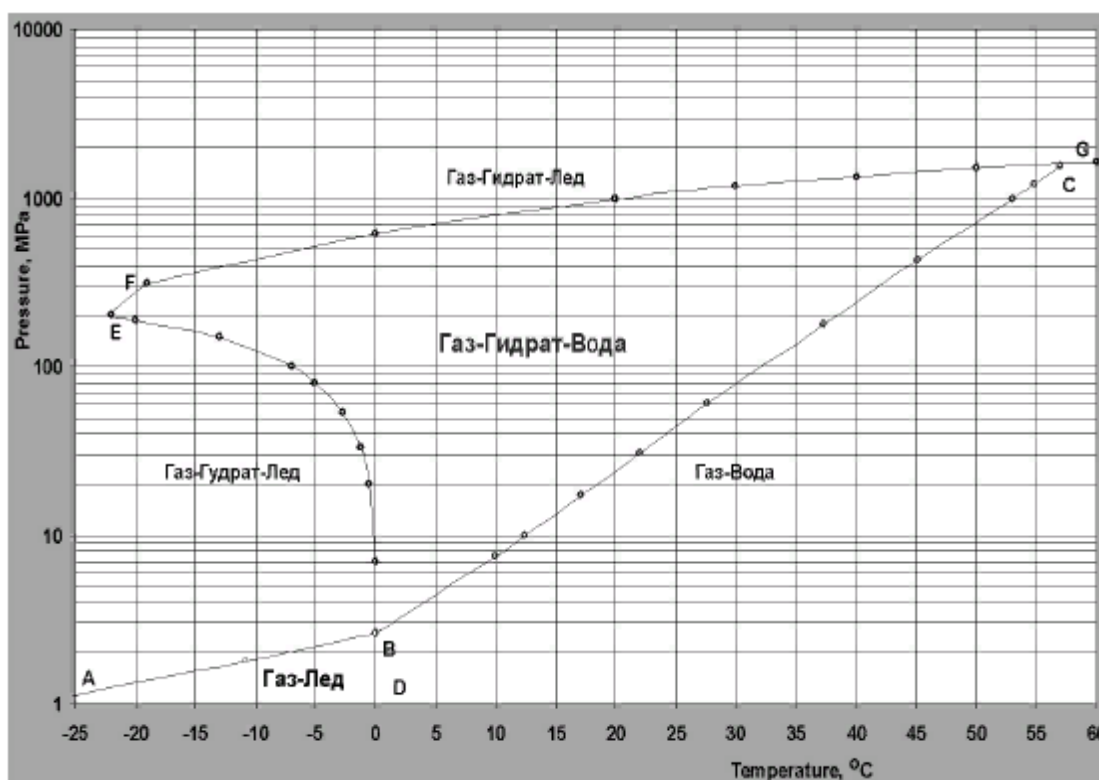


Рисунок 6 – Диаграмма фазовых состояний системы метан-вода в условиях образования гидратов

Построение и анализ диаграмм фазовых состояний в координатах $p - t$ для метана несет огромную практическую пользу при разработке сеноманской залежи Заполярного месторождения. Поскольку природный газ сеноманской залежи содержит в своем составе объемную долю метана 97,5 ... 99%. Безусловно, диаграмма 6 позволяет лишь в общем виде составить представление о закономерностях изменения фазовых состояний компонентов системы, наиболее точные данные могут быть отражены только на диаграмме

фазовых состояний именно газа сеноманской залежи. Однако, существуют упрощенные диаграммы, применяемые на промышленных объектах, позволяющие с достаточной степенью точности оценить текущие технологические показатели на предмет выявления процессов гидратообразования.

Кроме того, следует помнить, что формирование кристаллогидратов влечет за собой процессы аккумуляции твердых веществ в полостях промышленного оборудования. Скопления гидратов преимущественно образуются на участках изменения геометрии внутренней полости оборудования: на запорной арматуре, дросселях. И не во всех случаях зоны образования кристаллогидратов совпадают с областями аккумуляции: зачастую твердые соединения переносятся потоком среды, особенно сильно эффект проявляется при наличии в потоке жидкой фазы. Скопления кристаллогидратов изменяют площадь проходного сечения трубопровода или полностью блокируют его, формируя гидратные пробки.

Для предупреждения гидратопроявления и обнаружения зоны формирования гидратов, необходимо контролировать внутренние параметры газожидкостной смеси: влагосодержание, давление, температуру, плотность природного газа, компонентный состав и так далее. Опираясь на приведенные параметры и диаграммы фазовых состояний, можно достоверно спрогнозировать изменение давления и температуры и с высокой степенью точности определить участок трубопровода, на котором достигаются равновесные параметры системы.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПОЛЯРНОГО НГКМ

Информация данного раздела содержит коммерческую тайну - удалена

3 АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И БОРЬБЫ С ТЕХНОГЕННЫМИ ГИДРАТАМИ В СИСТЕМАХ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА

Информация данного раздела содержит коммерческую тайну - удалена

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7П	Большанину Кириллу Алексеевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Нефтегазовое дело

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет стоимости выполняемых работ, материальных ресурсов, в рамках рассматриваемой технологии, с учетом рыночных цен не более 1200 тыс. рублей.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, нормы рабочего времени на выполнение операций, нормы расхода применяемых средств труда, инструмента и т.д. Минимальное значение интегрального показателя ресурсоэффективности – 3 балла.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Основная система налогообложения Российской Федерации</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Анализ конкурентных технических решений, анализ потенциальных потребителей, SWOT-анализ</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Формирование бюджета и определение эксплуатационных затрат</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет эффективности рассматриваемой технологии</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>График проведения и бюджет технологии;</i> 2. <i>Карта сегментации рынка услуг</i> 3. <i>Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений</i> 4. <i>Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности технологии;</i> 5. <i>Матрица SWOT.</i>
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.04.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н.		01.04.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Большанин Кирилл Алексеевич		01.04.2021

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данном разделе выпускной квалификационной работы рассматривается экономическая эффективность и стоимость применения химического реагента метанола в целях предотвращения гидратообразования на Заполярном месторождении.

В рамках работы произведен расчет объема реагента необходимого для подачи в шлейф газодобывающей скважины для бесперебойной подачи сырья в пункты подготовки, для этого были найдены параметры системы «природный газ – метанол»: концентрация ингибитора в смеси, давление насыщенных паров метанола и т.д. В рамках следующего этапа произведен расчет объема метанола, потребляемого за месяц, произведен расчет затрат на поддержание безгидратного режима эксплуатации трубопровода, включающий затраты на транспортировку, закупку ингибитора, а также выплаты работникам.

4.1 Потенциальные потребители технологии

В сфере газодобычи для борьбы с возникающими осложнениями широкое распространение приобрели ингибиторы гидратообразования. Ингибиторы призваны воздействовать на первопричины формирования кристаллогидратов или способствовать устранению, образовавшихся отложений в промысловых системах сбора и подготовки природного газа.

В подавляющем большинстве случаев для ингибирования применяется метанол, так как его использования является наиболее эффективным и выгодным с экономической точки зрения. Однако, на рынке присутствуют прочие химические реагенты, действие которых аналогично метанолу.

Таким образом, в настоящий момент на рынке химических ингибиторов гидратообразования представлены следующие реагенты: метанол,

диэтиленгликоль (ДЭГ), хлорид кальция. Карта сегментации рынка химических ингибиторов гидратообразования: таблица

Таблица 6 – Карта сегментации рынка ингибиторов гидратообразования

		Химические реагенты гидратообразования		
		Метанол	ДЭГ	Хлорид кальция
Размер компании	Крупные	АО «АНХК»	ООО «ДХЗ»	АО «Химический завод им. Карпова»
	Средние	ОАО «НАК «Азот»	«СИБУР – Нефтехим	
	Мелкие	ПАО «Аркон»		

Из карты сегментации рынка можно сделать вывод о том, что производство химических реагентов для нефтегазовой отрасли достаточно жестко сегментировано. На российском рынке, на текущий момент, не представлено ни одной компании, ведущей изготовление хотя бы двух ингибиторов из трех представленных. Компании-изготовители наряду с реагентами для нефтегазовой промышленности производят прочие химикаты различного рода, например, минеральные удобрения. Прямой конкуренции между производителями различных ингибиторов нет.

4.2 Технология QuaD

Далее с помощью QuaD-технологии произведем оценку характеристик данной разработки, ее перспективы на рынке, целесообразность инвестиций в технологию. Оценка критериев, согласно технологии, производится по экспериментальным данным, по шкале до ста баллов, где 1 соответствует наиболее слабой позиции критерия, а 100, соответственно, наиболее сильной характеристике. После чего необходимо произвести итоговую оценку качества и перспективности по технологии [19].

Таблица 7 – Оценочная карта для измерения конкурентных характеристик разработки

Критерии оценки	Значение критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвеш. значение
Показатели оценки качества проведения технологии					
1. Энергоэффективность	0,1	75	100	0,75	7,5
2. Помехоустойчивость	0,02	50	100	0,5	1
3. Надежность	0,1	90	100	0,9	9
4. Унифицированность	0,01	70	100	0,7	0,7
5. Уровень материалоемкости разработки	0,01	70	100	0,7	0,7
6. Уровень шума	0,01	60	100	0,6	0,6
7. Безопасность	0,08	80	100	0,8	6,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0,02	40	100	0,4	0,8
9. Функциональная мощность	0,05	70	100	0,7	3,5
10. Простота эксплуатации	0,02	70	100	0,7	1,4
11. Качество интерфейса	0,03	60	100	0,6	1,8
12. Ремонтопригодность	0,1	90	100	0,9	9
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность технологии	0,1	90	100	0,9	9
14. Уровень проникновения на рынок	0,1	90	100	0,9	9
15. Перспективность рынка	0,05	80	100	0,8	4
16. Цена	0,05	80	100	0,8	4
17. Послепродажное обслуживание	0,02	80	100	0,8	1,6
18. Финансовая эффективность технологии	0,05	100	100	1	5
19. Срок выхода на рынок	0,03	80	100	0,8	2,4
20. Наличие сертификации разработки	0,05	90	100	0,9	4,5
Итого	1				

Оценка качества и перспективности решения по технологии QuaD определяется параметром средневзвешанного значения показателя качества P_{cp} . Для данной технологии $P_{cp} = 81,9$; что говорит о высокой перспективности технологического решения.

4.3 Расчет бюджета технологии предотвращения процесса образования гидратов в шлейфе газодобывающей скважины

4.3.1 Расчет объема потребления ингибитора гидратообразования

Первый этап расчетов включает определение объема потребления метанола при введении в шлейф газодобывающей скважины при следующих исходных данных [20]:

Таблица 8 – Исходные данные для расчета суточного расхода ингибитора, вводимого в шлейф трубопровода для предупреждения гидратообразования

№	Исходные данные	Значение	Размерность
1	Давление в трубопроводе, Р	6,14	МПа
2	Температура гидратообразования, Тг/о	15	°С
3	Влагосодержание в начале шлейфа, W1	0,2	г/м ³
4	Влагосодержание в конце шлейфа, W2	0,17	г/м ³
5	Величина понижения равновесной температуры, ΔТ	8	°С
6	Температура на входе в УКПГ, Т	7	°С
7	Молярный объем метанола, Vж	38,07	см ³ /моль

1. Концентрация метанола в защищаемой от гидратов точке в конце шлейфа определяется по формуле (1):

$$C' = \frac{100 \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta T}{77}\right)\right)}{1 - 0,4378 \cdot \exp\left(-\frac{\Delta T}{77}\right)}; \quad (1)$$

$$C' = \frac{100 \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{8}{77}\right)\right)}{1 - 0,4378 \cdot \exp\left(-\frac{8}{77}\right)} = 16,3 \%;$$

Таким образом, при данной величине понижения равновесной температуры нижний предел концентрации метанола составит: $C' \approx 16,3 \%$.

2. Молярную долю метанола в точке конца шлейфа можно рассчитать из следующего соотношения (2):

$$C' = \frac{3200 \cdot X}{18 + 14 \cdot X}; \quad (2)$$

Выразив молярную долю метанола X из формулы (2), произведем расчет по соотношению (3):

$$X = \frac{18 \cdot C'}{3200 - 14 \cdot C'}; \quad (3)$$
$$X = \frac{18 \cdot 16,3}{3200 - 14 \cdot 16,3} = 0,1.$$

3. Расчет давления насыщенных паров метанола производят по уравнению Антуана (4):

$$p_s = \exp\left(18,5875 - \frac{3626,55}{T - 34,29}\right) \cdot 1,3332 \cdot 10^{-4}, \quad (4)$$

где T – температура на входе в УКПГ, равная 280 К.

В данном случае давление насыщенных паров метанола по соотношению (4):

$$p_s = \exp\left(18,5875 - \frac{3626,55}{280 - 34,29}\right) \cdot 1,3332 \cdot 10^{-4} = 0,00613 \text{ МПа.}$$

4. Значение молярной доли метанола в газовой фазе y в защищаемой точке шлейфа рассчитывается по формуле (5):

$$y = \frac{p_s}{p} \cdot \exp\left[\left(-\frac{2 \cdot p}{RT}\right) \cdot \left(-113,556 - \frac{V_{ж}}{2}\right)\right]; \quad (5)$$

где p_s – давление насыщенных паров метанола, МПа;

p – давление, МПа;

R – универсальная газовая постоянная;

T – температура, К;

$V_{ж}$ – молярный объем метанола, см³/моль.

По формуле (5) молярная доля метанола в газовой фазе равна:

$$y = \frac{0,00613}{6,14} \cdot \exp\left[\left(-\frac{2 \cdot 6,14}{8,314 \cdot 280}\right) \cdot \left(-113,556 - \frac{38,07}{2}\right)\right] = 2,01 \cdot 10^{-3}.$$

5. В промышленном трубопроводе содержание метанола, находящегося в равновесном состоянии с природным газом, описывается параметром концентрации и определяется по формуле (6):

$$Q = 1331,31 \cdot 1,4757 \cdot y \cdot X; \quad (6)$$

$$Q = 1331,31 \cdot 1,4757 \cdot 0,00201 \cdot 0,1 = 0,395 \text{ кг/1000 м}^3.$$

6. Минимально расход ингибитора метанола G , необходимого для предотвращения гидратообразования (МЭД), вычисляется по формуле (7):

$$G = \frac{(W_1 - W_2) \cdot X}{C - X} + \frac{100 - X}{C - X} \cdot Q; \quad (7)$$

$$G = \frac{(0,2 - 0,17) \cdot 9,87}{95 - 9,87} + \frac{100 - 9,87}{95 - 9,87} \cdot 0,395 = 0,422 \text{ кг/1000 м}^3;$$

С учетом коэффициента запаса $K = 1,25$ норма расхода метанола концентрации 95 % масс. на рассматриваемый шлейф составит:

$$H = 1,25 \cdot G = 1,25 \cdot 0,422 = 0,526 \text{ кг/1000 м}^3.$$

Таким образом, норма потребления метанола при введении в шлейф для принятых начальных условий составит 0,526 кг ингибитора на тысячу кубических метром добытого природного газа; введение метанола в рассчитанном объеме гарантирует предупреждение гидратоотложения.

Далее произведем расчет общего объема потребляемого метанола и затраты на ввод ингибитора в шлейф. В рамках поставленной задачи следует принять, что подача метанола на кустовую площадку осуществляется по трубопроводу для подачи метанола, дозировка реагента производится посредством СПИ.

4.3.2 Расчет затрат на приобретение и транспортировку реагента

Введение ингибитора в поток газожидкостной смеси при добыче природного газа обусловлено необходимостью поддержания бесперебойной работы производства. Для этого выполняется расчет требуемого количества реагента, согласно индивидуальным термобарическим условиям.

Таблица 9 – Исходные данные для расчета затрат на закупку и транспортировку ингибитора, вводимого в шлейф трубопровода для предупреждения гидратообразования

№	Исходные данные	Значение	Размерность
1	Средняя стоимость тонны метанола, С	28	тыс. руб
2	Средний дебит газодобывающей скважины, Q	481,47	тыс. м ³ /сутки
3	Норма расхода метанола при вводе в шлейф газодобывающей скважины, Н	0,526	кг/тыс. м ³
4	Плотность метанола, ρ	791,8	кг/м ³
5	Объем транспортировочной емкости, V	32	м ³
6	Средняя стоимость перевозки метанола ж/д транспортом, L ₁	11	тыс. руб/т
7	Средняя стоимость транспортировки метанола автоцистерной, L ₂	8	тыс. руб/т

Общая стоимость ингибитора гидратообразования складывается из затрат на приобретение и транспортировку метанола от производителя до пунктов введения в технологическую сеть на месторождении. На территории Российской Федерации средняя стоимость тонны метанола составляет порядка 28 тыс. рублей. Цена транспортировки химических реагентов складывается из двух составляющих: стоимость транспортировки до пункта перегрузки, в данном случае пунктом перегрузки является г Новый Уренгой. Транспортировка осуществляется в вагон-цистернах железнодорожным сообщением. И доставки метанола на УКПГ Заполярного месторождения после перегрузки метанола в автоцистерны.

Для расчета стоимости необходимо вычислить общий объем потребления, суточный расход метанола газодобывающей скважины по формуле (8):

$$M_{\text{сут}} = Q \cdot H; \quad (8)$$

где M – масса метанола, потребляемая скважиной за сутки, кг;

Q – средний дебит газодобывающей скважины, тыс. м³/сутки;

C – расход метанола в кг на тыс. м³ добытого газа;

$$M_{\text{сут}} = 481,47 \cdot 0,526 = 253,25 \text{ кг/сутки.}$$

Таким образом, в шлейф газодобывающей скважины за сутки вводится в среднем 253 кг метанола, месячный расход на одну скважину определяется по формуле (9):

$$M_{\text{мес}} = M_{\text{сут}} \cdot 365/12 = 253,25 \cdot 30,4 = 7698,8 \text{ кг;} \quad (9)$$

Соответственно, в шлейф газодобывающей скважины вводится 7,7 т метанола ежемесячно. Затраты только на приобретение реагента составят (10):

$$S_1 = M_{\text{мес}} \cdot C; \quad (10)$$

$$S_1 = 7,7 \cdot 28 = 215,6 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на транспортировку, как было отмечено ранее, складываются из стоимости транспортировки до точки перегрузки и транспортировки непосредственно до емкости хранения реагента. В настоящее время на территории Российской Федерации метанол изготавливается и реализуется на территориях Новгородской Тульской, Иркутской, Томской и Самарской областей. Таким образом, итоговая стоимость реагента главным образом зависит от протяженности транспортно-маршрута. В среднем по стране стоимость транспортировки до г. Новый Уренгой составит 11 тыс. рублей за тонну метанола.

Соответственно, по формуле (11) транспортировка до г. Новый Уренгой составит:

$$S_2 = M_{\text{мес}} \cdot L; \quad (11)$$

$$S_2 = 7,7 \cdot 11 = 84,7 \text{ тыс. руб.}$$

Дальнейшая транспортировка реагента осуществляется автоцистернами по дорогам общего пользования. Емкость автоцистерны составляет 30 м³ по формуле (12) произведем перерасчет от объема к массе; определим минимальное количество рейсов, для транспортировки метанола; стоимость транспортировки (13):

$$M_{ц} = V_{ц} \cdot \rho; \quad (12)$$

$$M_{ц} = 30 \cdot 791,8 = 23760 \text{ кг.}$$

При нормальных условиях масса метанола в объеме 30 м³ составляет 23,76 т. Таким образом, закупленный объем метанола возможно транспортировать автоцистерной емкостью 30 м³.

$$S_3 = N \cdot M_{ц} \cdot L_2; \quad (13)$$

$$S_3 = 7,7 \cdot 8 = 61,6 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, суммарные расходы на закупку и транспортировку реагента вычислим по формуле (14):

$$S = S_1 + S_2 + S_3; \quad (14)$$

$$S = 215,6 + 84,7 + 61,6 = 361,9 \text{ тыс. руб.}$$

Суммарные затраты на приобретение и транспортировку реагента составят 361,9 тыс. рублей.

4.3.3 Расчет фонда оплаты труда

Подача реагента в шлейф газодобывающей скважины осуществляется через блок подачи метанола. В состав блока входят: насосная установка, включающая электронасосы центробежные и плунжерные закрытого типа, трубопроводы и блоки СПИ, располагающиеся непосредственно на кустовой площадке.

Обслуживание блока подачи метанола осуществляет рабочий персонал в составе двух специалистов: оператор по добыче нефти и газа 5-разряда и инженер КИПиА. В должностные обязанности специалистов входят осуществление контроля над рабочими параметрами технологической установки, технические и плановые осмотры установки и обеспечение ее бесперебойной работы. При изменении плана подачи ингибитора инженер КИПиА совместно с оператором ДНГ осуществляет регулирование расхода реагента на кустовой площадке или на пульте.

Таблица 10 – Перечень специалистов, осуществляющих обслуживание блока подачи ингибитора, фонд оплаты труда

Должность	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб/ч	Отработано часов, ч	Фонд оплаты труда, тыс. руб
Оператор по добыче нефти и газа	5	210,4	1979	416,3816
Инженер КИПиА	4	223,1	1979	441,5149
Итого		433,5	1979	857,8965

Таблица 11 – Перечень надбавок и доплат к заработной плате для специалистов, осуществляющих работу в условиях Крайнего Севера

Перечень надбавок	Величина коэффициентов
Районный коэффициент	1,8
Северный коэффициент	1,8
Доплата за вредные условия труда	1,08
Премия работникам	1,25

Размер премии работникам определяется в соответствии с положением о премировании по формуле (16); далее, по аналогичным формулам рассчитываются все прочие надбавки:

$$S_{\text{премия}} = S_{\text{оклад}} \cdot K_{\text{премия}}; \quad (16)$$

$$S_{\text{премия}} = 857,8965 \cdot 0,25 = 214,474 \text{ тыс. руб.};$$

$$S_{\text{районная}} = 857,8965 \cdot 0,8 = 686,317 \text{ тыс. руб.};$$

$$S_{\text{северная}} = 857,8965 \cdot 0,8 = 686,317 \text{ тыс. руб.};$$

$$S_{\text{вредность}} = 857,8965 \cdot 0,08 = 68,632 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, годовой фонд оплаты труда специалистов составит (17):

$$S_{\text{фонд}} = S_{\text{оклад}} + S_{\text{премия}} + S_{\text{районная}} + S_{\text{северная}} + S_{\text{вредность}}; \quad (17)$$

$$S_{\text{фонд}} = 2513,6365 \text{ тыс. руб.}$$

4.3.4 Расчет амортизации основных средств

Расчет амортизации основных средств производится исходя из балансовой стоимости технологических установок и общей нормы амортизации. В данном случае логично рассмотреть начисление амортизации на узел блока подачи метанола: система подачи ингибитора (СПИ-03-02).

Таблица 12 – Расчет амортизации основных средств

Наименование основных средств	Начальная стоимость, тыс. руб	Норма амортизации, %	Сумма амортизации, тыс. руб
СПИ-03-02	1432000	Линейная; 6,67 %	95514
Итого			95514

Таким образом, амортизационные отчисления от эксплуатации установки СПИ-03-02 составят 95,5 тыс. рублей за один год или порядка 7,96 тыс. рублей за одни месяц.

4.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ – метод комплексного подхода к рассмотрению научно-исследовательского проекта, включающий вычленение преимуществ, недостатков, возможностей и потенциальных угроз, анализ выдвинутых тезисов, поиск путей минимизации недостатков и устранения угроз. Процедура анализа производится в несколько этапов, на первом из них производится выявление преимуществ, недостатков, угроз и возможностей.

К числу преимуществ относятся факторы, определяющие конкурентоспособность проекта: сильные стороны, преимущества, уникальные ресурсы. Обилие приведенных факторов выгодно выделяет проект среди прочих и обеспечивает высокую вероятность реализации.

Сильными сторонами рассматриваемой технологии могут являться такие факторы как:

- Отличительные, уникальные технологические решения, недоступные конкурентам;

- Обширные опыт и знания в рассматриваемой области;
- Степень завершенности проекта, готовность к внедрению в производственный процесс.

Недостатками проекта могут стать упущения, неточность, недостаточный объем теоретических или практических знаний в области и прочие факторы, которые так или иначе препятствуют полному, комплексному достижению поставленной задачи.

Факторами, отражающие недостатки технологии могут послужить:

- Недостаточная изученность, пробелы;
- Несовершенство технологии, отсутствие оборудования, нерациональное использование ресурсов;
- Очевидно неблагоприятные факторы, которые следует попытаться исключить или избегать.

Возможностью проекта является любая благоприятная ситуация в настоящем положении или в перспективе, возникающая в среде проекта. К числу возможностей можно отнести тенденции, новые течения, рост заинтересованности потребителей в разрабатываемой технологии или конечном продукте. Таким образом, возможностями проекта являются любые изменения на рынке, повышающие конкурентоспособность и общую заинтересованность в технологии.

Поиск возможностей целесообразно производить в следующих направлениях:

- Анализ возможностей на рынке, поиск благоприятных условий, пустующих ниш;
- Мониторинг новых тенденций рынка;
- Клиентоориентированность и наиболее широкий спектр предоставляемых услуг, недоступных конкурентам.

К числу угроз относят нежелательные ситуации, тенденции или течения на рынке, способные негативно отразиться на проекте: снизить

конкурентоспособность, нанести ущерб репутации и так далее. Угрозы проявляются в виде барьеров, ограничений или запретов, налагаемых на настоящий проект, влекущее осложнения в его реализации, приводящие к разрушению или способные нанести ущерб.

Для выявления угроз проекта следует проанализировать следующие направления:

- Текущие тенденции на рынке, характер изменения рынка, спрогнозировать влияние изменений на проект;
- Деятельность организаций-конкурентов;
- Внутренние трудности в реализации проекта: надежность сфер финансирования, соответствие проекта положениям текущего законодательства.

Таблица 13 – Матрица SWOT

<p><i>Сильные стороны проекта:</i></p> <p>С1. Высокая рентабельность применяемой технологии;</p> <p>С2. Широкая изученность воздействия ингибитора;</p> <p>С3. Наибольшая эффективность среди аналогов</p>	<p><i>Слабые стороны проекта:</i></p> <p>Сл1. Продолжительный период проведения исследования;</p> <p>Сл2. Узкая сфера применения в рамках отрасли;</p> <p>Сл3. Необходимость подбора индивидуальных параметров</p>
<p><i>Возможности проекта:</i></p> <p>В1. Возможности по улучшению технологии подачи ингибитора;</p> <p>В2. Возможность снижения расхода ингибитора;</p> <p>В3. Постоянство спроса со стороны потребителей</p>	<p><i>Угрозы:</i></p> <p>У1. Разработка и внедрение конкурентных решений;</p> <p>У2. Применяемые вещества опасны для человека;</p> <p>У3. Возможность применения прочих технологий</p>

В рамках второго этапа SWOT-анализа необходимо построить интерактивные матрицы проекта, в которых отразить соответствие сильных

сторон с возможностями проекта и слабых сторон с угрозами, соответственно. Оценить степень соответствия по следующей системе: «+» – полное соответствие; «-» – соответствие малое или отсутствует; «0» – при возникновении затруднений в оценке.

Таблица 14 – Интерактивная матрица соотношения сильных сторон и возможностей проекта

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

Таблица 15 – Интерактивная матрица соотношения слабых сторон проекта и потенциальных угроз

	Слабые стороны проекта			
		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы	У1	-	+	+
	У2	-	+	-
	У3	+	+	+

Таблица 16 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p><i>Сильные стороны:</i></p> <p>С1. Высокая рентабельность применяемой технологии;</p> <p>С2. Широкая изученность воздействия ингибитора;</p> <p>С3. Наибольшая эффективность среди аналогов</p>	<p><i>Слабые стороны проекта:</i></p> <p>Сл1. Длительный период проведения исследований;</p> <p>Сл2. Узкая сфера применения;</p> <p>Сл3. Необходимость подбора индивидуальных параметров для каждого конкретного объекта разработки</p>
<p><i>Возможности проекта:</i></p> <p>В1. Возможности по улучшению технологии подачи ингибитора;</p> <p>В2. Возможность снижения расхода ингибитора;</p>	<p>Технология достаточно рентабельна, уже в настоящий момент востребована, что позволит продолжать развивать и совершенствовать данную технологию</p>	<p>Слабости технологии нивелируются ее высокой эффективностью, о чем свидетельствует высокий востребованность на рынке</p>

В3. Постоянство спроса в рамках отрасли		
<p><i>Угрозы:</i></p> <p>У1. Разработка и внедрение наиболее эффективных конкурентных решений;</p> <p>У2. Вещества, применяемы при реализации технологии несут опасность для человека;</p> <p>У3. Возможность применения прочих технологий</p>	<p>Технологическое решение наиболее эффективно среди конкурентов, потому даже приведенные угрозы в настоящее время не способны повлиять на спрос, а тем более вытеснить технологию</p>	<p>Проявление слабых сторон проекта может повлечь реализацию угроз, поэтому совершенствование технологии следует в первую очередь производить в ключе минимизации слабостей проекта</p>

Технология SWOT-анализа позволяет сопоставить и проанализировать сильные и слабые стороны рассматриваемого проекта, его конкурентные возможности и уязвимости. Наглядно представить выявленные критерии и разработать наиболее перспективные направления дальнейшего развития, с учетом текущих особенностей рынка.

4.5 Расчет конечной стоимости функционирования системы сбора и подготовки природного газа

Полная себестоимость функционирования системы сбора и подготовки природного газа в течение одного месяца включает в себя затраты на приобретение и транспортировку реагента, фонд оплаты труда и прочие отчисления.

Таким образом, месячная стоимость функционирования системы сбора и подготовки природного газа преимущественно формируется из затрат на приобретение и транспортировку реагентов. Положительный экономический эффект от столь затратного производства обусловлен бесперебойным циклом работы, благодаря своевременному предотвращению процессов формирования кристаллогидратов [21].

Таблица 17 – Расчет конечной стоимости технологии

Экономические элементы себестоимости	Сумма затрат, тыс. руб
Материальные затраты	361,9
Расходы на оплату труда	209,5
Взносы ПФ, ФСС, ФОМС (30% от ОТ)	62,85
Амортизация основных средств	7,96
Прочие затраты (15% от суммы вышеприведенных)	96,33
Итого	738,5
Накладные расходы (16% от суммы)	118,16
Итого затраты	856,66

В разделе произведен расчет потребления метанола и стоимости применяемой технологии, произведен SWOT-анализ эффективности применяемого технологического решения, который позволил наглядно проанализировать сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и потенциальные угрозы.

4.6 Расчет ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности технологии

Рассчитаем интегральный финансовый показатель как отношение некоторого варианта исполнения технологии к максимальной стоимости исполнения данной технологии. Рассмотрим технологии применения различных ингибиторов: метанола и ДЭГ при прочих равных условиях, расчет производится по формуле (18):

$$I_{\text{фин}} = \frac{\Phi_i}{\Phi_{\text{max}}}; \quad (18)$$

$$I_{\text{фин1}} = \frac{856,66}{1200} = 0,71;$$

$$I_{\text{фин2}} = \frac{1098,12}{1200} = 0,92;$$

После чего необходимо рассчитать интегральный показатель ресурсоэффективности по формуле (19):

$$I_i = \sum a_i \cdot b_i ; \quad (19)$$

Таблица 18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения технологии

Критерии	Объект исследования		
	Весовой коэффициент	Исп. 1	Исп. 2
Способствует росту производительности труда	0,3	5	4
Удобство эксплуатации	0,15	4	4
Энергосбережение	0,1	4	4
Надежность	0,1	4	4
Материалоемкость	0,35	4	2
Итого	1		

Таким образом, интегральные показатели ресурсоэффективности, соответственно, первого и второго исполнений технологии равны $I_{р.исп1} = 4,3$ и $I_{р.исп2} = 3,3$. Тогда интегральные показатели эффективности вариантов исполнения технологий составят: $I_{исп1} = 6,05$ при применении технологии с использованием ингибитора гидратообразования – метанола, $I_{исп2} = 3,6$ при применении технологии с использованием ингибитора – диэтиленгликоля. Сравнительная эффективность проекта составит: $\mathcal{E}_{ср} = 1,68$.

Показатель сравнительной эффективности проекта имеет достаточно высокое значение, это говорит о том, что первый вариант исполнения технологии, а именно, применение в качестве ингибитора гидратообразования метанола, является более эффективным. Применение первой технологии позволяет значительно снизить затраты на приобретение ингибитора, а также данная технология гораздо более ресурсоэффективна.

4.7 Заключение по разделу «Финансовый менеджмент»

На основании расчетов и данных, полученных в ходе составления раздела «Финансовый менеджмент», можно сделать вывод о том, что поддержание и борьба с гидратами природного газа на Заполярном НГКМ может быть организована с наибольшей эффективностью, если использовать в качестве ингибитора гидратообразования метанол. А также продолжить добычу углеводородов в рамках поддержания безгидратных режимов работы.

Анализ применения технологии показал, что использование метанола является предпочтительным, нежели применение альтернативных ингибиторов. В данном случае именно метанол отвечает критериям наибольшей эффективности при наименьшей стоимости, что демонстрируют проведенные анализы. Положительный экономический эффект предприятия обуславливается бесперебойностью производства и рациональным использованием ресурсов.

Анализ показал, что текущая экономическая модель наиболее эффективна, а наибольшие финансовые ресурсы направлены на приобретение ингибитора. Усовершенствование экономической системы и снижение затрат возможно при изменениях на рынке: снижении стоимости реагентов или появлению новых поставщиков, расположенных территориально в наиболее благоприятных условиях, что позволит сократить затраты на транспортировку.

**Задание для раздела
«Социальная ответственность»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7П	Большанину Кириллу Алексеевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	ОНД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ Специальность	Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Система добычи, подготовки и транспортировки природного газа и газового конденсата.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – общие и специальные правовые нормы трудового законодательства; – мероприятия по организации рабочей зоны, эргономические требования к технологическим устройствам.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	2. Производственная безопасность: 2.1 К числу вредных производственных факторов относятся: – токсичное и раздражающее воздействие на работника химических веществ; – производственные шумы на рабочем месте; – повышенная загазованность и запыленность рабочей зоны воздушного пространства; – отклонение показателей микроклимата рабочей зоны; – недостаточная освещенность рабочей зоны; К числу вредных производственных факторов относятся: – пожаро- и взрывоопасность; – поражение электрическим током. 2.2 Мероприятия по снижению негативного воздействия вредных производственных факторов, профилактика снижения рисков проявления опасных факторов.

<p>3. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия вредных факторов на воздушное пространство рабочей зоны (атмосферу); – анализ воздействия вредных факторов на водные объекты (гидросферу); – анализ воздействия вредных факторов на почвенные горизонты (литосфера); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на нормативно-технологическую документацию по охране окружающей среды. 	<p>3. Экологическая безопасность:</p> <p>Проанализировать воздействие объекта исследования на окружающую среду:</p> <ul style="list-style-type: none"> – литосферу; – гидросферу; – атмосферу. <p>А также мероприятия по ликвидации загрязнений и устранению производственных отходов.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ предполагаемых чрезвычайных ситуаций при эксплуатации проектируемого решения; – наиболее типичные ЧС техногенного характера: пожары, взрывы; – разработка мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в случае возникновения ЧС и мер по ликвидации её последствий.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.04.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Фех Алина Ильдаровна	-		01.04.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7П	Большанин Кирилл Алексеевич		01.04.2021

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В текущем разделе дипломной работы рассматриваются вредные и опасные производственные факторы, которые сопутствуют различным операциям по предупреждению и устранению последствий процессов образования гидратов на Заполярном нефтегазоконденсатном месторождении. В рамках главы представлены аспекты промышленной безопасности, экологической, правовые аспекты обеспечения безопасности труда, а также безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Превалирующей концепцией любой организации, осуществляющей свою деятельность в сфере промышленной добычи углеводородов вне зависимости от вида выполняемых работ, является выполнение правил промышленной безопасности и охраны труда. Никакие экономические или технические концепции не могут быть приняты во внимание, а тем более реализованы, если их выполнение не соответствует требованиям промышленной безопасности, может подвергнуть риску жизнь и здоровье работающего на предприятии персонала или нанести ущерб окружающей среде.

Работы, выполняемые оператором по добыче нефти и газа, сводятся к следующим технологическим операциям: поддержание бесперебойной работы промышленного оборудования, контроль за параметрами работы, обслуживание и замена узлов. Кроме того, при осуществлении операций по противодействию формированию кристаллогидратов: контроль за оборудованием подачи рабочего агента в систему добычи и подготовки продукции [22].

Проведение технологических операций должно строго соответствовать требованиям промышленной безопасности. При работах, сопряженных с промышленным применением метилового спирта, метанола, необходимо руководствоваться правилами инструкции охраны труда, сформулированными внутренним организационно-нормативным документом, а также нормативными актами, действующими на территории Российской

Федерации. Выполнение требований приведенных документов обязательно для работников, деятельность которых связана с хранением, транспортировкой и применением метанола.

5.1 Правовые и организационные аспекты обеспечения безопасности

К выполнению работ на опасных производственных объектах, к которым относятся месторождения полезных природных ископаемых, допускаются лица строго старше 18 лет. Работник не должен иметь строгих противопоказаний к выполнению работ в условиях проявления вредных производственных факторов, к числу которых принадлежат факторы, рассмотренные далее. Привлекаемые на работу сотрудники подвергаются проверке соответствия уровня обучения занимаемой должности, проводится инструктаж и проверка знаний в области охраны труда и безопасному осуществлению должностных полномочий.

Правовые взаимоотношения сотрудника и работодателя регулируются Трудовым кодексом Российской Федерации. Заработная плата сотрудников формируется, исходя из размера рабочей ставки, а также с учетом особых условий труда. Такими условиями являются наличие на рабочем месте вредных и опасных условия труда (статья 147 ТК РФ), климатическая обстановка в регионе (статья 148 ТК РФ) и т.д. Соответственно, вытекающие далее статьи, регулирующие заключение трудового договора в условиях Крайнего Севера (статья 324 ТК РФ), гарантии и компенсации (статья 313 ТК РФ), районный коэффициент к заработной плате (статья 316 ТК РФ) [23].

Рабочее пространство оператора по добыче нефти и газа представляет собой кустовую площадку, включающую наземное оборудование: станции управления погружным оборудованием, автоматическая групповая замерная установка, фонтанная арматура скважин, выкидные трубопроводы. Регулирование потока флюида осуществляется посредством использования запорной арматуры, в составе наземного оборудования. Общие

эргономические требования к оборудованию представлены в ГОСТ 21752-76 и в ГОСТ 23000-78 для работы, выполняемых за пультами управления.

Работы выполняются в течение рабочей смены длительностью 12 часов как в дневное, так и в ночное время. Регулирование режима работ вахтовым методом осуществляется статьями 297 и 301 ТК РФ.

5.2 Производственная безопасность

Влияние вредных и опасных производственных факторов сопряжено с выполнением различных производственных операций, спровоцировать проявление нежелательного воздействия способны следующие рабочие процедуры, приведенные в таблице 19 [24].

Таблица 19 – Основные производственные операции, формирующие проявление вредных и опасных производственных факторов.

Источники вредных/опасных производственных факторов	Факторы, согласно классификации по ГОСТ 12.0.003-2015		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<p>1. Подача метанола в возможные места формирования гидратных пробок в промышленных условиях.</p> <p>2. Взаимодействие с машинами и механизмами.</p> <p>3. Монтаж и демонтаж заглушек.</p> <p>4. Отбор проб метанола.</p>	<p>1. Токсическое и раздражающее воздействие на организм человека химических веществ.</p> <p>2. Превышение уровней шума на рабочем месте.</p> <p>3. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.</p> <p>4. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.</p> <p>5. Недостаточная освещенность рабочей зоны.</p>	<p>1. Пожароопасность, взрывоопасность.</p> <p>2. Поражение электрическим током.</p>	<p>ГОСТ 12.1.007-76</p> <p>ГОСТ 12.1.008-76</p> <p>ГОСТ 12.1.003-14</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96</p> <p>СП 52.13330.2016</p> <p>ГОСТ Р 12.3.047-98</p> <p>ГОСТ 12.1.019-17</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81</p> <p>ГОСТ 30852.19-02</p>

5.2.1 Анализ влияния вредных факторов и выбор мероприятий по снижению воздействия в промышленных условиях

5.2.1.1 Токсическое и раздражающее воздействие на организм человека химических веществ.

На сегодняшний день в нефтегазовой отрасли для разрушения структур газогидратов, сформировавшихся во внутренних полостях промыслового оборудования, широко применяется метиловый спирт.

Метиловый спирт (метанол) относится к токсичным веществам, являясь сильным ядом, метанол при попадании в организм через пищевой тракт или дыхательные пути в виде паров оказывает отравляющее воздействие при дозе порядка 10-15 миллилитров и в первую очередь поражает зрительный нерв. При больших дозах 80 и более миллилитров вызывает сильное отравляющее воздействие на организм, которое впоследствии приводит к летальному исходу. При отравлении яд воздействует преимущественно на нервную систему (поражает зрительный нерв), сосудистую систему и на слизистую оболочку органов дыхания.

Требования техники безопасности при работе с вредными веществами нормируются посредством стандарта ГОСТ 12.1.007-76. Работа с метанолом осуществляется персоналом, снабженным необходимыми средствами индивидуальной защиты, к числу которых относятся противогаз, защитные резиновые перчатки, резиновый фартук, специализированная обувь [25].

Для предотвращения аварий на производственных объектах, связанных с разливами или утечкой токсичных химических веществ, с рабочим персоналом проводится инструктаж и проверка знаний по охране труда.

5.2.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

На производственном объекте источниками повышенного уровня шума могут служить различные работающие узлы и агрегаты. Оборудование, работающее под высоким давлением или находящееся в постоянном движении

(например, вращение насосных установок), в замкнутом пространстве оказывает вредное воздействие на органы слуха работника. Источником повышенного уровня шума также являются машины и агрегаты специализированного назначения, призванные упростить выполнение технологических операций.

Согласно нормативному документу ГОСТ 12.1.003-14 шум, как и любой другой вредный фактор производства, оказывает раздражительное воздействие на организм работника. В данном случае страдает орган слуха человека, также неблагоприятное воздействие оказывается на нервную систему. Раздражающее влияние шума на рабочем месте влечет повышение утомляемости работника, рассредоточению внимания при решении различных задач, из-за чего возрастает вероятность ошибки или увеличивается время, затрачиваемое на выполнение работ [26].

Продолжительное воздействие шума влечет постепенную деградацию слуховой функции организма, развивается тугоухость, сопровождаемая нарушением восприятия звуков и речи. Развитие недуга доходит вплоть до полной утраты слуха.

Уровень звукового давления в производственных условиях нормируется стандартом ГОСТ 12.1.003-14. Для предприятий нефтегазодобывающей отрасли значение норматива допустимого уровня шума ограничивают 80 дБ.

Противодействие вредному производственному фактору ведется в следующих направлениях:

- снижение уровня шума источника;
- снижение уровня вредного фактора на этапе распространения;
- снижение воздействия фактора на работника.

Выполнение работ в помещениях или на участках с повышенным уровнем звукового давления должно выполняться с использованием средств индивидуальной защиты органов слуха. Средствами защиты зачастую являются защитные наушники или защитные вкладыши. Также, к сфере ответственности работодателя относят обеспечение безопасности при

проведении работ, сопряженных с повышенным уровнем воздействия шума. Работодатель должен принять меры по снижению шума посредством оптимизации рабочего пространства: проектирование рабочих мест с учетом уровня вероятного воздействия шума, использование материалов, препятствующих или минимизирующих проявления вредного фактора.

5.2.1.3 Повышенная загазованность пространства рабочей зоны

Загазованность воздушного пространства рабочей зоны – широко распространенный вредный фактор для промышленных объектов, связанных с добычей, переработкой или транспортировкой углеводородного сырья. К числу очагов возможного проявления относят пункты подготовки и линии транспортировки природного газа.

В воздушной среде производственной зоны периодически должны проводиться замеры концентрации вредных веществ, путем забора проб газозадушной смеси, для предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций. В случае возникновения загазованности – необходимо принять меры по устранению загрязнения среды.

Опасной считается концентрация паров углеводородов в воздухе более 300 мг/м³ согласно ГОСТ 12.1.005-88. Концентрация указана для соединений алифатических предельных углеводородов, содержание которых превалирует в природном сырье. В случае превышения предельно допустимой концентрации вредных веществ в воздухе необходимо приостановить работы, вывести персонал из потенциально опасной зоны и приступить к ликвидации загрязнения. Мерами коллективной защиты от вредного воздействия токсичных химических соединений, присутствующих в воздушной среде рабочей зоны, являются системы промышленной вентиляции воздуха. Наибольшей эффективностью отличаются вентиляционные системы с организованной циркуляцией воздуха, приводящиеся в действие механическими побудителями. Совокупность механических систем подразделяют на общеобменные, местные, смешанные, аварийные и системы

кондиционирования. Подбор оптимальной системы воздухообмена осуществляется на этапе проектирования производственных помещений, исходя из характера планируемых работ, масштабов производства и общего объема помещения [27].

Средством индивидуальной защиты рабочего от воздействия вредных веществ рабочей зоны является фильтрующий противогаз с коробкой или противогаз изолирующий.

5.2.1.4 Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны

Одной из доминирующих причин проявления вредного производственного фактора является неблагоприятная метеорологическая обстановка при проведении работ вне производственных помещений. В производственных помещениях отклонение параметров микроклимата от нормируемых значений может быть вызвано рядом причин: отсутствие или неисправность системы вентиляции воздуха, неудачная организация рабочих зон, при которой невозможно в полной мере осуществлять контроль над параметрами микроклимата.

Отклонение параметров микроклимата влечет за собой нарушение работы системы терморегуляции организма, повышению утомляемости, а значит снижению уровня внимания работника.

Характеристики производственного микроклимата нормируются в ГОСТ 12.1.005-88, СанПиН 2.2.4.548-96 представлены гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [28].

В технической документации устанавливаются допустимые значения влажности, температуры и скорости перемещения воздушных масс, как ключевых параметров микроклиматической обстановки рабочей зоны. Нормативные значения приведенных параметров обосновываются климатическими условиями (временем года), интенсивностью физических нагрузок при выполнении работ, характера теплоснабжения рабочего помещения.

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 в рабочей зоне допускается формирование оптимальных или допустимых условий микроклимата. Предпочтительными являются оптимальные параметры производственной среды, в таком случае соблюдается наилучшее соотношение между естественной терморегуляцией организма человека и функциональным состоянием. Поддержание оптимального режима предполагает минимальную нагрузку на механизм терморегуляции, а значит на состояние здоровья работника, и позволяет ощущать тепловой комфорт на протяжении рабочей смены.

При несоответствии нормируемых характеристик микроклимата оптимальным значениям в силу технических, технологических или экономических причин, допускается устанавливать допустимые значения производственного микроклимата.

Нормирование микроклимата рабочей зоны направленно, в первую очередь, на организацию допустимых условий, в которых возможно сохранение нормального функционирования организма. Регулирование параметров микроклимата рабочей зоны в помещениях осуществляется путем применения различных климатических установок (системы отопления, системы принудительной циркуляции воздуха) совместно с использованием рабочими спецодежды. При работе вне помещений уместным является использование сезонной спецодежды: в условиях низких температур обязательно использование средств защиты органов дыхания и лица, а также соблюдение графика работы на открытом воздухе.

5.2.1.5 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Производственное освещение является немаловажной составляющей комфортной рабочей зоны, поэтому важно верно спроектировать систему освещения: заранее продумать расположение рабочих мест, разместить источники общего и местного рабочего освещения. Также нужно принять во внимание источники естественного освещения и на основании данных факторов рационально выстроить систему освещения.

Система освещения рабочей зоны оказывает влияние на состояние организма работника: в первую очередь, низкое качество системы освещения или неверное проектирование может значительно снизить качество зрения при продолжительной систематической работе. Кроме того, освещение оказывает влияние на психофизическое состояние работающих: степени утомления и работоспособности, от чего, в свою очередь, зависят производительность и безопасность труда.

Основополагающим параметром при проектировании рабочего освещения является поддержание в пространстве рабочей зоны уровня освещенности, соответствующего характеру данной зрительной работы. Равномерное распределение яркости освещения рабочей поверхности, отсутствие контрастов и резких теней, также определяют влияют на комфорт восприятия информации.

Согласно СП 52.13330.2016 освещенность рабочей зоны нормируется исходя из разряда точности проводимой работы, от длительности различения объектов и запыленности или загазованности воздуха в области рабочего пространства [29].

5.2.2 Анализ влияния опасных факторов и выбор мероприятий по устранению проявления факторов в промышленных условиях

Опасные производственные факторы отличаются от вредных по характеру воздействия на организм человека. Проявление опасного производственного фактора влечет травму, увечье или другое резкое ухудшение состояние здоровья, в то время как вредный фактор при длительном воздействии приводит к ухудшению самочувствия или проявлению заболевания.

5.2.2.1 Взрывоопасность, пожароопасность

Система пожарной и взрывной безопасности – система мероприятий и средств, нацеленная на профилактику, предотвращение и устранение пожаров

и взрывов. Пожары и взрывы являются чрезвычайными ситуациями повышенной опасности, представляют огромную угрозу для жизни и здоровья людей, наносят огромный ущерб инфраструктуре и имуществу. В связи с чем, необходимость обеспечения безопасности в данном направлении имеет государственное значение.

Пожаром называется обширное неконтролируемое горение представляющее угрозу жизни и здоровья людей, разрушающее объекты инфраструктуры, развивающееся с течением времени и захватывающее все новые площади.

Взрыв – быстропротекающее химическое разложение вещества, сопровождающееся выделением огромного количества энергии и сжатых газов высоких температур.

Зачастую причинами проявления опасных факторов производства являются:

- нарушение правил пожарной охраны, халатное обращение с источниками огня (искр), нарушение норм хранения, использования горючих материалов;
- пренебрежение противопожарными мерами при проектировании и возведении промышленных сооружений.

При возникновении возгорания поражение происходит из-за сопутствующих процессу горения опасных факторов. Опасные факторы способны нанести незначительные, тяжелые или летальные повреждения организма, к опасным факторам пожара относятся: пламя и искры, высокая температура, тепловой поток, высокая концентрация продуктов горения, плохая видимость в дыму и малая концентрация кислорода. Сопутствующими опасными факторами являются: осколки и части разрушившихся сооружений, установок, транспортных средств, а также токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из технологических установок.

Таким образом, пожар или взрыв являются чрезвычайно опасными производственными авариями, вследствие которых работник может получить

серьезные повреждения организма. Поэтому выработка комплекса мер по предотвращению и противодействию подобного рода авариям должна являться приоритетным направлением любого промышленного предприятия. Организация и нормирование мер пожарной безопасности производится согласно ГОСТ Р 12.3.047-98 [30].

В рамках обеспечения противопожарной безопасности на предприятиях в зонах проведения работ должны присутствовать средства оповещений (пожарная сигнализация) и борьбы с возгоранием: огнетушители, сухой песок, пожарные рукава. При проведении пожароопасных работ на опасных производственных объектах обязательно привлечение пожарной техники.

5.2.2.2 Электробезопасность

Электробезопасность – комплекс мер, направленный на обеспечение безопасных условий труда при взаимодействии с электроустановками и электрооборудованием. Согласно ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ производственные помещения должны соответствовать приведенным требованиям, если в них осуществляется эксплуатация, ремонт или испытания электрооборудования [31].

Ключевым методом защиты от поражения электрическим током на производственных объектах является использование защитного заземления или зануления. Применяется для обеспечения безопасности взаимодействия с токопроводящими элементами электрооборудования, находящегося под напряжением. Технологические требования и способы организации заземления приведены в ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ [32].

Кроме того, при проведении работ на электроустановках, применяют индивидуальные средства защиты: изолирующие перчатки, диэлектрическая обувь, при отсутствии обуви – прорезиненные коврики, подставки. Специальный изолирующий инструмент, рукоятки которого защищены диэлектрическим материалом и имеющим в своем составе указатели напряжения: клещи, ключи различного исполнения, отвертки.

5.3 Экологическая безопасность

Промышленная деятельность человека, направленная на поиск и извлечение природных ресурсов Земли, зачастую, сказывается на окружающей среде неблагоприятным образом, а проявление вредных производственных факторов, оставленных без должного внимания, наносит существенный урон экологии.

Нефтегазодобывающая промышленность, по оценкам экологов, занимает лидирующие позиции среди отраслей, оказывающих негативный эффект на окружающую среду. Такая оценка обусловлена широким спектром технологий, в основе которых лежит воздействие на породы-коллекторы химическими составами. Однако, для российской экономики нефтегазодобывающий сектор является основополагающим на настоящий момент и на среднесрочную перспективу.

5.3.1 Мероприятия по охране атмосферы

На сегодняшний день российские нефтедобывающие компании полностью не отказались от метода утилизации попутного газа на факельных установках, не смотря, на то, что процесс сжигания газа наносит ущерб атмосфере, а сам метод сопряжен с огромным риском возникновения аварий. В настоящий момент на территории Российской Федерации действует Постановление Правительства РФ №1148 от 08.11.2012, устанавливающее допустимый предел для сжигания ПНГ, компании не в праве утилизировать на факеле более 5% объема попутного газа от общего объема добычи.

Загрязняющим фактором атмосферного воздуха в районе Заполярного НГКМ являются выбросы продуктов сгорания попутного нефтяного газа на факельных системах. В составе газообразных выбросов соединения: двух- и четырехвалентный оксиды углерода, незначительная доля окислов азота и соединений серы.

Также источниками загрязнения в рамках рассматриваемого промышленного объекта являются двигатели внутреннего сгорания

автотранспортных средств или альтернативных источников электроэнергии, оснащенных аналогичным типом двигателя. В атмосферу двигателя внутреннего сгорания выделяют аналогичные химические соединения, что и факельные установки.

Нормирование в сфере загрязнения окружающей среды регулируется согласно ГОСТ Р 56167-2014, в котором устанавливается метод расчета предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ и ущерба, нанесенного выбросами данных веществ [33].

В рамках политики предупреждения загрязнения атмосферы в ООО «Газпром добыча Ямбург» проводятся следующие мероприятия:

- контроль за уровнем выбросов газов, содержащих окись углерода и прочих загрязняющих веществ, пунктов утилизации и двигателей внутреннего сгорания автотранспорта;
- применение технологий по перекачке газа с использованием мобильных компрессорных установок, перепуск газа из ремонтируемых участков трубопровода в соседние участки;
- технологические изыскания газодобывающих скважин без выпуска флюида в атмосферу, сокращение выбросов газа в атмосферу.

5.3.2 Мероприятия по охране водных объектов

Основными источниками загрязнений водных объектов выделяют промышленные стоки, образующиеся при извлечении и подготовки нефти, природного газа и газового конденсата. В объеме воды растворены химические агенты, ранее введенные в пласт (метанол), нефтепродукты, примеси и минералы, характерные для пластовой воды.

Выброс промышленных вод в окружающую среду недопустим, даже малый объем потенциально нанесет существенный урон гидросфере региона. Потому на объектах ООО «Газпром добыча Ямбург» осуществляется очистка стоков до допустимого содержания вредных веществ. Нормирование

содержания вредных веществ осуществляется по ГОСТ 17.1.3.13-86, содержание нефтепродуктов по ГОСТ 17.1.3.05-82 [34], [35].

Промышленная вода подвергается прохождению через зернистый фильтр для удаления механических примесей, многоступенчатой очистке, включающей удаление мелких капель нефти с поверхности и полное удаление соединений углеводородов флотатором, введение коагулянта, удаляющего соединения сероводорода и углекислоты. В случае, когда не удастся достичь допустимого уровня вредных веществ, допускается утилизировать стоки иными методами.

Процесс очистки и содержание загрязняющих веществ контролируются технологами в промышленных условиях, а также отбираются пробы для детального изучения в лабораториях. Регулярным исследованиям подвергаются большинство водных объектов региона, являющихся источником промышленного и пищевого водоснабжения.

5.3.3 Мероприятия по охране литосферы

Почвенный слой аккумулирует значительные объемы загрязняющих веществ и не обладает свойством самоочищения. Напротив, при внедрении загрязняющих веществ верхний почвенный слой длительное время хранит внедренные химические элементы. При контакте с подземными водами загрязняющие вещества могут мигрировать, подвергая риску загрязнения водных объектов.

Загрязнение углеводородным сырьем, производственными химическими реагентами, влечет существенный ущерб для почв, по причине того, что углеводороды нефти являются достаточно устойчивыми соединениями и способны сохраняться в первичном состоянии достаточно длительный период. Время восстановления почв, после воздействия загрязняющих факторов, оценивается объемом загрязняющего вещества и степенью его токсичности. По различным оценкам период восстановления верхнего почвенного покрова, в зависимости от степени загрязнения, может составлять от нескольких лет до

нескольких десятилетий. Нормирование в сфере рекультивации почв, загрязненных нефтепродуктами, нормируется по ГОСТ Р 57447-2017 [36].

В свою очередь на объектах предприятия ООО «Газпром добыча Ямбург» предпринимаются следующие шаги по предупреждению и ликвидации загрязнений литосферы:

- своевременная организация мероприятий по рекультивации почв и стабилизации ландшафтов, предотвращение развития процессов загрязнения;
- использование, как инструмента наиболее эффективного восстановления почв, биоматов, стимуляторов роста растений, почвенных микроорганизмов.

Комплекс мероприятий по безопасному использованию литосферы на объектах ООО «Газпром добыча Ямбург», также подразумевает безопасность и экологический контроль технологических процессов.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации на территории Ямало-Ненецкого автономного округа по характеру проявления делятся:

- ЧС природного характера: паводки, лесные и торфяные пожары, неблагоприятные климатические условия (низкие температуры воздуха, большое количество осадков);
- ЧС техногенного характера: аварии, сопряженные с выбросом опасных химических веществ, взрывы, пожары.

Доминирующей причиной возникновения ЧС на объектах нефтегазовой отрасли являются разного рода утечки и выбросы промышленного сырья или рабочих агентов. На НГКМ особую опасность представляет утечка природного газа из узлов промышленного оборудования, способная спровоцировать взрыв при возгорании.

Методами предупреждения возникновения ЧС являются: использование при проведении работ газоанализирующих устройств, производящих

контроль за концентрацией природного газа в газовой смеси. Исключить курение на территории объекта, исключить использование источников открытого огня, искр: осветительных и нагревательных приборов, в основе работы которых лежит принцип использования открытого пламени, режущих инструментов, при работе которых вероятно выделение искр. Использовать искробезопасный инструмент при выполнении слесарных работ.

При возникновении ЧС необходимо выявить место утечки, устранить неисправность или предотвратить утечку путем вывода линии или узла из эксплуатации, руководствуясь планом по ликвидации возможных ЧС, прибегнуть к системе оповещения и плану эвакуации, если это необходимо.

5.5 Вывод по разделу «Социальная ответственность»

В разделе «Социальная ответственность» представлены и проанализированы ключевые аспекты производственной безопасности: рассмотрены преобладающие вредные производственные факторы, опасные факторы. Выявлен характер воздействия данных факторов на работника при выполнении различных видов работ в сфере газодобычи. Приведены мероприятия по снижению воздействия вредных факторов или исключению влияния на работника, перечислены применяемые средства индивидуальной защиты.

Представлены ключевые позиции экологической безопасности: характер воздействия производственных факторов на природные объекты: атмосферу, гидросферу, литосферу. Приведены мероприятия по снижению негативного воздействия загрязняющих веществ.

В рамках раздела «Социальная ответственность» проанализированы возможные чрезвычайные ситуации в рассматриваемом регионе и на производственных объектах ООО «Газпром добыча Ямбург», представлены меры по предупреждению возникновения ЧС. Предприятие «Газпром добыча Ямбург» ставит в приоритет цели по снижению воздействия вредных веществ

на работников, а также минимизации вероятности возникновения аварий и внештатных ситуаций

При составлении раздела использованы правовые и нормативно-технические документы, действующие на территории Российской Федерации, а также внутренние инструкции и официальные экологические отчеты компании ООО «Газпром добыча Ямбург» в области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из главных осложнений при эксплуатации газоконденсатных месторождений является формирование гидратов во внутренних полостях систем сбора и подготовки газа. Процессы кристаллизации влаги в присутствии молекул-гидратообразователей происходят при индивидуальных термобарических условиях и препятствуют нормальному протеканию технологического цикла.

В работе были проанализирована основная информация о техногенных кристаллогидратах: схемы образования, формы кристаллов, термобарические условия формирования, а также факторы, способные оказать влияние на данный процесс.

Рассмотрены методы борьбы с гидратами и технологии предупреждения их формирования. В настоящий момент разработан и изучен достаточно широкий спектр мер по предупреждению образования гидратов на предприятиях газодобывающей отрасли, оценены возможные достоинства и недостатки методов, представлены оптимальные критерии для внедрения тех или иных методов.

В ходе работы выявлено, для максимально эффективного выстраивания технологии по предупреждению образования гидратов необходимо обладать информацией о термобарических показателях работы системы, к ним относятся температура, давление, влагосодержание в потоке, минерализация воды, а также о равновесных параметрах гидратообразования. Совокупный анализ данных параметров позволит выбрать оптимальный метод противодействия гидратообразованию или метод разрушения структур, сформировавшихся ранее.

При использовании реагентов-ингибиторов для предупреждения гидратообразования в условиях Крайнего Севера крайне часто используют метанол, в том числе и на Заполярном нефтегазоконденсатном месторождении. Данный ингибитор по совокупным показателям отличается наибольшей практичностью и эффективностью.

Однако, следует отметить, что комплексное использование методов предупреждения гидратообразования отвечает критерию наибольшей эффективности. Так на Заполярном месторождении представлен широкий спектр возможных технологий предупреждения процессов гидратообразования, который, как можно судить, достаточно успешно себя проявляет. Кроме того, в пользу применения комплекса мер по предупреждению гидратообразования, говорит тот факт, что ликвидация структур газогидратов куда более ресурсозатратный процесс, поэтому строго необходимо контролировать процессы формирования газовых гидратов во избежание возникновения осложнений и аварий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кэрролл Дж. Гидраты природного газа: справ. пособие / Пер. с англ. - М.: Премиум Инжиниринг, 2007. - 289 с.;
2. Чухарева Н.В. Определение условий гидратообразования при транспорте природного газа в заданных технологических условиях эксплуатации промысловых трубопроводов: Методические указания / - Издательство НИ ТПУ, 2010. – 30 с.;
3. Бык С. Ш., Фомина В. И., “Газовые гидраты”, Усп. хим., 1968, 1097–1135 с.;
4. Петров С.В., Онацкий В.Л., Леонов И.С. Борьба с гидратообразованием при магистральном транспорте природного газа. Лабораторные и практические работы. – Ухта : УГТУ, 2014. – 24 с.;
5. Дегтярев Б.В., Бухгалтер Э.Б. Борьба с гидратами при эксплуатации газодобывающих скважин в северных районах. М., «Недра», 1976, с. 198.;
6. Макогон Ю.Ф. Газогидраты. История изучения и перспективы освоения Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2010. — № 2. — С. 5-21.;
7. Справочник по стратиграфии нефтегазоносных провинций СССР. Под ред. Безносова Н.В. и др., М.: Недрa, 1987, 336 с.;
8. Горная энциклопедия. Под ред. Е. А. Козловского. М.: Советская энциклопедия. 1991, 573 с.;
9. СТО Газпром 089-2010 «Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия.». – 20 с.;
10. Грунвальд А.В. Использование метанола в газовой промышленности в качестве ингибитора гидратообразования и прогноз его потребления в период до 2030 г. – ВНИИГАЗ/Газпром, 2007. – 25с.;
11. Истомин В.А., Федулов Д.М., Минаков И.И., Квон В.Г., Буракова С.В. Предупреждение гидратообразования в призабойной зоне пласта. – М.: НТС Газпром, 2013. – 30 с.;

12. Истомин В.А., Квон В.Г., Тройникова А.А., Нефедов П.А. Особенности предупреждение льдо– и гидратообразования в системах сбора газа на поздней стадии эксплуатации сеноманских залежей месторождений Западной Сибири. – ВНИИГАЗ/Газпром, 2016. – 46 с.;
13. Макогон Ю.Ф. Газовые гидраты, предупреждение их образования и использование. – М.: Недра, 1985, 232 с.;
14. Прахова М.Ю., Крастов А.Н., Хорогавина Е.А., Шаловников Э.А. Методы и средства предотвращения гидратообразования на объектах газодобычи. УГТУ, Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело» №1, 2016. – 184 с.;
15. Бекиров, Т.М. Технология обработки газа и конденсата. / Т.М. Бекиров, Г.А. Ланчаков, Т.М. Бекиров, Г.А. Ланчаков – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 1999. – 596 с.;
16. Китаев С.В., Колотилов Ю.В., Плотников А.Ю., Ковалев А.А., Шейхгасанов Ш.К. Исследование эффективности ингибиторов гидратообразования в процессе добычи и транспорта углеводородов. Инжиниринг георесурсов. 2021. – 332 с.;
17. Гурбанов А.Н., Искендеров Е.Х. Использование метанола в качестве ингибитора гидратообразования в газовой промышленности. ГНКАР, 2010. – 176 с.;
18. Китаев К.А. Гидратообразование в трубопроводах природного газа. Технические науки. 2020. – 2с.;
19. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 36 с.
20. СТО Газпром 3.1-3-010-2008. Методика расчета норм расхода химреагентов по газодобывающим предприятиям ОАО «Газпром»;
21. ОАО "Газпром", ООО "Газпром добыча Ямбург". Технологический регламент эксплуатации установки комплексной подготовки газа УКПГ-3С Заполярного ГНКМ. – 2003.

22. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. - 5-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. - 703 с;
23. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ;
24. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;
25. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
26. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;
27. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
28. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
29. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение;
30. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов;
31. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
32. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление;
33. ГОСТ Р 56167-2014. Выброс загрязняющих веществ в атмосферу;
34. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений;
35. ГОСТ 17.1.3.05-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод;
36. ГОСТ Р 57447-2017. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.