

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Кафедра геологии и разработки нефтяных месторождений

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Повышение эффективности технологии осушки природного газа методом абсорбции на X нефтегазоконденсатном месторождении (ЯНО)

УДК 622.279.8:66.081.2(571.121)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗД	Шаронова Алена Евгеньевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Шишмина Людмила Всеволодовна	к.х.н., с.н.с.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пожарницкая Ольга Вячеславовна	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Немцова Ольга Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГРHM	Чернова Оксана Сергеевна	к.г.-м.н.		

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА
21.03.01 Нефтегазовое дело**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
В соответствии с общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями		
P1	Приобретение профессиональной эрудиции и широкого кругозора в области гуманитарных и естественных наук и использование их в профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК–1, ОК–2, ОК–3, ОК–4, ОК–5, ОК–7, ОК–8) (ЕАС–4.2a) (АВЕТ–3А)
P2	Уметь анализировать экологические последствия профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение безопасных условий труда	Требования ФГОС ВО (ОК–3, ОК–4, ОК–7, ОК–9) ПК–4, ПК–5, ПК–13, ПК–15.
P3	Уметь самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК–1, ОК–2, ОК–3, ОК–4, ОК–7, ОК–8, ОК–9) (АВЕТ–3i), ПК1, ПК–23, ОПК–6, ПК–23
P4	Грамотно решать профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий	Требования ФГОС ВО (ОПК–1, ОПК–2, ОПК–3, ОПК–4, ОПК–5, ОПК–6) (ЕАС–4.2d), (АВЕТ3e)
в области производственно–технологической деятельности		
P5	Управлять технологическими процессами, эксплуатировать и обслуживать оборудование нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО (ПК–1, ПК–2, ПК–3, ПК–4, ПК–7, ПК–8, ПК–9, ПК–10, ПК–11, ПК–13, ПК–14, ПК–15)
P6	внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов	Требования ФГОС ВО (ПК–1, ПК–5, ПК–6, ПК–10, ПК–12)
в области организационно–управленческой деятельности		
P7	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО (ОК–5, ОК–6, ПК–16, ПК–18) (ЕАС–4.2–h), (АВЕТ–3d)

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
P8	Осуществлять маркетинговые исследования и участвовать в создании проектов, повышающих эффективность использования ресурсов	Требования ФГОС ВО (ПК–5, ПК–14, ПК17, ПК–19, ПК–22)
в области экспериментально–исследовательской деятельности		
P9	Определять, систематизировать и получать необходимые данные для экспериментально–исследовательской деятельности в нефтегазовой отрасли	Требования ФГОС ВО (ПК–21, ПК–23, ПК–24, ПК–25, ПК–26)
P10	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий	Требования ФГОС ВО (ПК–22, ПК–23, ПК–24, ПК–25, ПК–26,) (АВЕТ–3b)
в области проектной деятельности		
P11	Способность применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО (ПК–27, ПК–28, ПК–29, ПК–30) (АВЕТ–3с),(ЕАС–4.2–е)

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Кафедра геологии и разработки нефтяных месторождений

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ Чернова О.С.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2БЗД	Шароновой Алене Евгеньевне

Тема работы:

Повышение эффективности технологии осушки природного газа методом абсорбции на X
нефтегазоконденсатном месторождении (ЯНАО)»

Утверждена приказом директора	07.04.2017 г. №2428/с
-------------------------------	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы	14.06.2017
---	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Пакет технологической информации по X месторождению, тексты и графические материалы отчетов геолого–технического отдела, фондовая и периодическая литература.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none">1. Литературный обзор: влияние факторов на процесс десорбции влаги из абсорбента2. Аналитический обзор: способы повышения степени регенерации абсорбента3. Постановка задачи исследования4. Объект и методы исследования5. Анализ качества продукции установки регенерации гликоля6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение7. Социальная ответственность8. Заключение
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none">1. Технологическая схема абсорбционной осушки газа2. Принципиальная технологическая схема регенерации гликоля X НГКМ

	3. Модель атмосферной регенерации гликоля 4. Модель атмосферной регенерации гликоля с использованием осушенного газа 5. Модель азеотропной регенерации гликоля 6. Зависимость изменения степени регенерации гликоля от молярного расхода изооктана
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Пожарницкая Ольга Вячеславовна
Социальная ответственность	Немцова Ольга Александровна
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	6.02.2017

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Шишмина Людмила Всеволодовна	к.х.н., с.н.с.		6.02.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗД	Шаронова Алена Евгеньевна		6.02.2017

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

Студенту:

Группа 2БЗД	ФИО Шароновой Алене Евгеньевне
-----------------------	--

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	ГРHM
Уровень образования	Бакалавриат	Направление подготовки	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально–технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Рабочая документация, документация компаний-поставщиков материалов.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Принять нормы расходования ресурсов согласно государственных единых сметных норм.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка финансовой составляющей инженерных решений (ИР)	Определить стоимость материалов для технологий регенерации диэтиленгликоля.
2. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Выявить эффективность проведения перевода блоков вакуумной регенерации гликоля на работу по схеме азеотропной перегонки.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	6.02.2017
---	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пожарницкая Ольга Вячеславовна	к. э. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗД	Шаронова Алена Евгеньевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б3Д	Шароновой Алене Евгеньевне

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	ГРHM
Уровень образования	Бакалавриат	Направление подготовки	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования данной работы является установка комплексной подготовки газа X нефтегазоконденсатного месторождения
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико–химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно–технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т. ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	7.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению. 7.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте. 7.1.2 Отклонение показателей климата на открытом воздухе. 7.1.3 Повышенный уровень вибрации. 7.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны. 7.1.5 Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу. 7.2 Анализ опасных производственных факторов 7.2.1 Механические опасности 7.2.2 Пожарная безопасность 7.2.3 Электробезопасность. Поражение электрическим током. 7.2.4 Аппараты под давлением
2. Экологическая безопасность:	7.3 Экологическая безопасность

<ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	
<p>3. 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. 	7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	7.5 Организационные мероприятия и особенности законодательного регулирования проектных решений 7.5.1 Организационные мероприятия 7.5.2 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	6.02.2017
--	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Немцова Ольга Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗД	Шаронова Алена Евгеньевна		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Кафедра геологии и разработки нефтяных месторождений

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы	14.06.2017 г.
---	---------------

Дата контроля	Название	Максимальный балл раздела
06.02.2017	Литературный обзор: влияние факторов на процесс десорбции влаги из абсорбента	10
6.03.2017	Аналитический обзор: способы повышения степени регенерации абсорбента	5
20.03.2017	Постановка задачи исследования	5
27.03.2017	Объект и методы исследования	20
3.04.2017	Анализ качества продукции установки регенерации гликоля	20
1.05.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
15.05.2017	Социальная ответственность	15
5.06.2017	Оформление работы	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Шишмина Людмила Всеволодовна	к.х.н., с.н.с.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГРHM	Чернова Оксана Сергеевна	к.г.-м.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 93 страницы, 12 рисунков, 26 источников литературы.

Ключевые слова: природный газ, абсорбция, осушка, диэтиленгликоль, регенерация, азеотроп, изооктан, процесс Дризо, моделирование, Aspen Hysys.

Объектом исследования являются блоки регенерации насыщенного водой раствора гликоля установок абсорбционной осушки природного газа УКПГ X нефтегазоконденсатного месторождения.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка эффективности эксплуатации установок регенерации насыщенных водой гликолей по применяемым технологическим схемам и обоснование целесообразности их перевода на работу по схеме азеотропной перегонки.

В процессе исследования проводился сбор и обработка информации по технологическим схемам и режимам работы блоков регенерации насыщенного водой гликоля, оценка эффективности эксплуатации блоков регенерации насыщенного водой гликоля при работе по существующим технологическим схемам, моделирование технологических схем регенерации гликолей в среде программы Aspen Hysys, обоснование целесообразности перевода блоков регенерации гликолей со схем атмосферной и вакуумной перегонки на схему азеотропной перегонки.

В результате исследования: технология азеотропной регенерации гликоля, с использованием азеотропообразующего агента – изооктана, наиболее эффективна, позволяет получить высокую степень регенерации, порядка 99,99%.

Основные технологические и технико-эксплуатационные характеристики: температура ребойлера равная 145 °С, скорость подачи диэтиленгликоля и азеотропа.

Степень внедрения: не внедрена.

Область применения: результаты могут быть использованы при совершенствовании работы газовых промыслов путем перевода блоков регенерации гликоля на работу по схеме азеотропной перегонки с целью повышения эффективности их эксплуатации в период падающей добычи.

Экономическая эффективность работы: заключается в том, что при регенерации диэтиленгликоля по схеме азеотропной перегонки с применением изооктана, из-за малых потерь без подпитки гликоль может эксплуатироваться в технологической схеме регенерации до 1423 суток, при этом экономия составит 1995,84 руб/сут.

В будущем планируется: перевести установки вакуумной регенерации гликоля на работу по схеме азеотропной перегонки на УКПГ X нефтегазоконденсатного месторождения.

Список сокращений

НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение

УКПГ – установка комплексной подготовки газа

ДЭГ – диэтиленгликоль

ТЭГ – триэтиленгликоль

АВПД – аномально высокое пластовое давление

рДЭГ – регенерированный диэтиленгликоль

нДЭГ – насыщенный диэтиленгликоль

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	14
1. Влияние факторов на процесс десорбции влаги из абсорбента	15
1.1 Абсорбционная осушка природного газа	15
1.2 Регенерация абсорбента	16
1.2.1 Регенерация гликолей при атмосферном давлении	18
1.2.2 Вакуумная регенерация гликолей	19
1.2.3 Регенерация гликолей путем подачи отдувочного газа	20
1.2.4 Азеотропная регенерация гликолей	22
2. Способы повышения степени регенерации абсорбента	28
3. Постановка задачи исследования	30
4. Объект и методы исследования	31
4.1. Геологическая характеристика месторождения	31
4.2. Характеристика сырья установок абсорбции и регенерации	40
4.3. Методика моделирования десорбера в программном комплексе Aspen Hysys ..	43
4.4. Действующая технология осушки газа	44
5. Анализ качества продукции установки регенерации гликоля	51
5.1. Моделирование десорбера	51
5.2. Технологические показатели качества регенерации насыщенного гликоля..	54
5.3. Материальный баланс установок регенерации гликоля	57
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	59
7. Социальная ответственность	68
Заключение	89
Список публикаций	90
Список литературы	91

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних десятилетий роль и значение природного газа в энергобалансе мировой экономики постоянно возрастает, что обусловлено как его высокой эффективностью в качестве энергетического ресурса и сырья для промышленности, так и повышенной в сравнении с нефтью и углем экологичностью [1]. Газ, при сжигании для выработки 1 кВт/часа электроэнергии, выбрасывает на 50% меньше CO₂, чем на уголь, и на 30% меньше CO₂, чем нефть.

Эта тенденция продолжится и в будущем, возможно, даже усилится за счет удешевления технологий сжижения природного газа и строительства новых магистральных газопроводов [1].

Россия располагает крупнейшими запасами природного газа в мире и является вторым крупнейшим в мире производителем сухого природного газа. Большая часть добычи природного газа России происходит в Западной Сибири – Ямбургское, Уренгойское и Медвежье месторождения, на долю которых приходится значительная часть общих запасов природного газа России.

Добываемый природный газ, содержит влагу, которая отрицательно сказывается на процессах переработки и транспорта, в частности, некоторые углеводороды в присутствии воды способны образовывать отложения гидратов, которые приводят к уменьшению пропускного сечения трубопроводов и арматуры, что может, в случае полного перекрытия сечения, вызвать аварийную ситуацию. Для удовлетворения требованиям предъявляемых к товарному газу, для транспорта его по магистральным трубопроводам и дальнейшей реализации, природные газы подлежат обязательной осушке. Для удаления влаги из газа могут быть использованы следующие технологии: низкотемпературная сепарация, низкотемпературная конденсация, абсорбция, адсорбция, комбинация перечисленных методов.

Выбор технологии определяется составом сырья, требуемой глубиной осушки, степенью извлечения целевых компонентов.

1. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ДЕСОРБЦИИ ВЛАГИ ИЗ АБСОРБЕНТА

1.1 Абсорбционная осушка природного газа

В газовой промышленности РФ наиболее широко используется абсорбционная осушка природного газа. В качестве влагопоглощающих агентов обычно используются растворы диэтиленгликоля (ДЭГ), триэтиленгликоля (ТЭГ). В Российской Федерации в большинстве случаев нашел применение диэтиленгликоль, в зарубежной практике в основном применяется триэтиленгликоль.

Данный процесс заключается в абсорбции паров влаги высококонцентрированным раствором поглотителя из газа и последующей регенерации насыщенного водой поглотителя.

Абсорбционная осушка природного газа основана на избирательном поглощении влаги раствором ДЭГа, характеризуется ступенчатостью проводимых в абсорбционных колоннах процессов. Этот процесс основан на различии давлений насыщенных паров влаги в сырьевом газе и над раствором абсорбента, контактирующим с газом. При контакте газа с осушителями, абсорбция (извлечение) влаги протекает до тех пор, пока парциальное давление влаги в газе не достигнет величины ее же парциального давления над раствором осушителя (абсорбента) [2].

Поверхность соприкосновения фаз развивается потоком газа, распределяющимся в жидкости в виде пузырьков и струек. Среды движутся по принципу противотока: сверху вниз движется абсорбент, а снизу-вверх – осушаемый газ. В результате контакта фаз происходит массообмен, пары воды из газа переходят в раствор абсорбента [3]. Поддержание заданного температурного режима в абсорбционной колонне достигается за счет температуры входящего газа абсорбции, а также за счет поступающих потоков абсорбента.

Схема абсорбционной осушки природного газа приведена на рисунке 1.

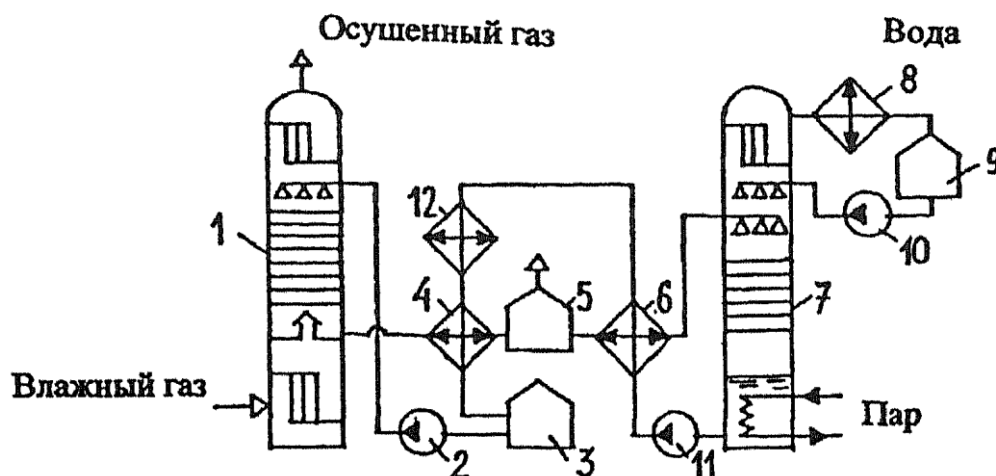


Рисунок 1 – Технологическая схема абсорбционной осушки газа:
 1 – абсорбер; 2, 10, 11 – насосы; 3 – емкость ДЭГ; 4, 6 – теплообменники; 5 – выветриватель; 7 – выпарная колонна; 8, 12 – конденсатор-холодильник; 9 – емкость воды

Сырой газ поступает в абсорбер 1. В нижней секции он очищается от взвешенных капель жидкости и поднимается вверх, проходя через систему тарелок. Навстречу газу по тарелкам стекает концентрированный раствор ДЭГ, закачиваемый в абсорбер насосом 2 из емкости 3. Раствор ДЭГ поглощает пары воды. Далее газ проходит через верхнюю секцию, где освобождается от захваченных капель раствора и выходит из аппарата. Остальная часть технологической схемы служит для регенерации абсорбента [4].

1.2 Регенерация абсорбента

При эксплуатации установок абсорбционной осушки природного газа гликолями определяющее значение на точку росы осушенного газа по воде, технологические параметры работы абсорбера, эксплуатационные свойства циркулирующего в системе абсорбента, величину его технологических потерь при текущем значении давления добываемого пластового газа и его влагосодержание оказывает эффективность эксплуатации блока регенерации насыщенного водой абсорбента, который обеспечивает получение регенерированного абсорбента с определенной остаточной концентрацией воды.

Основным назначением блока регенерации насыщенного водой гликоля является получение регенерированного абсорбента с оптимальным остаточным содержанием воды, которое обеспечит эффективную работу блока абсорбционной осушки на определенной стадии эксплуатации газового месторождения.

При концентрации регенерируемых растворов 96,0–97,5 % (масс.) применяется десорбция при давлении, близком к атмосферному. Стремление получить более концентрированные растворы привело к необходимости внедрения вакуумной регенерации или к подаче в систему десорбции нейтрального агента – природного газа, снижающего парциальное давление водяных паров и обеспечивающего получение регенерированных поглотителей концентрацией 98,0–99,95 % (масс.). Находит применение также азеотропная ректификация [2].

Температура регенерации диэтиленгликоля и возможная депрессия точки росы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Температуры регенерации диэтиленгликоля [2]

Температура, °С	Диэтиленгликоль
Кипения при 101 кПа	245
Начала разложения	164
Регенерации	149–163
Наибольшая депрессия точки росы	55

Допускается температура регенерации для диэтиленгликоля 170 °С, так как разложение при этой температуре незначительно.

Глубина осушки газа гликолями в основном зависит от температуры контакта газ – поглотитель и содержания остаточной влаги в регенерированном растворе гликоля [2]. Влияние концентрации гликоля напрямую прослеживается в работе абсорбционной осушки газа, чем выше массовая доля абсорбента и ниже температура контакта, тем эффективнее осушка газа.

В настоящее время регенерация насыщенного водой гликоля может осуществляться следующими способами:

- атмосферная перегонка насыщенного водой гликоля;
- вакуумная перегонка насыщенного водой гликоля;
- атмосферная или вакуумная перегонка насыщенного водой гликоля с использованием отдувочного газа;
- азеотропная перегонка насыщенного водой гликоля.

В таблице 2 представлены данные по потенциально получаемой концентрации гликоля в регенерированном абсорбенте при эксплуатации блока регенерации по разным технологическим схемам.

Таблица 2 – Концентрация гликоля в регенерированном абсорбенте в зависимости от технологической схемы перегонки [5]

Технологическая схема работы блока регенерации насыщенного водой абсорбента	Потенциально получаемое значение концентрации гликоля в регенерированном абсорбенте, % масс.
Атмосферная перегонка насыщенного водой гликоля	95,0–97,5
Вакуумная перегонка насыщенного водой гликоля	97,0–98,5
Атмосферная или вакуумная перегонка насыщенного водой гликоля с использованием отдувочного газа (осушенного газа)	98,7–99,3
Азеотропная перегонка насыщенного водой гликоля	более 99,5

1.2.1 Регенерация гликолей при атмосферном давлении

На установках осушки регенерация гликолей при атмосферном давлении применяется в южных районах РФ, где точки росы осушаемого газа равны – 10 °С, а концентрация регенерированного раствора гликоля не превышает 97,5% (масс.). Раствор гликоля подогревается в паровых или огневых испарителях [2].

Схема регенерации гликоля, с использованием огневого подогревателя, приведена на рисунке 2.

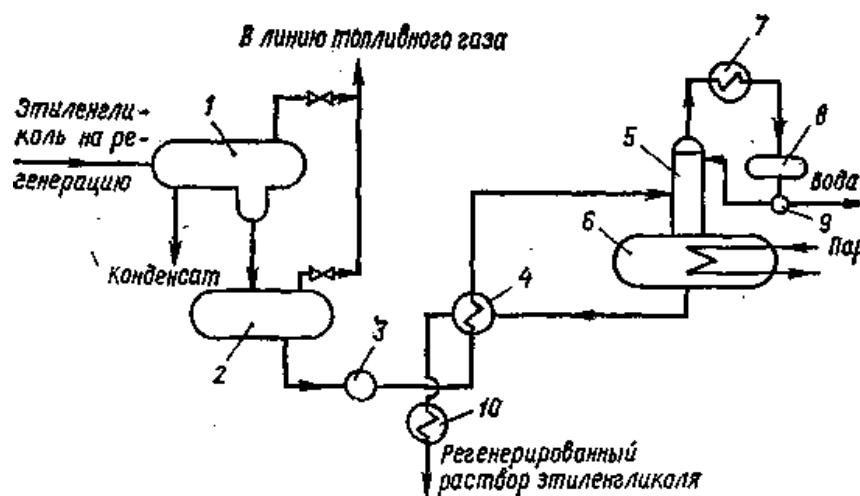


Рисунок 2 – Установка регенерации этиленгликоля с паровым подогревом:
1– фазовый разделитель; 2– сепаратор; 3 – фильтр; 4– теплообменник; 5 – десорбер; 6– испаритель; 7 – конденсатор-холодильник; 8 – емкость орошения; 9– насос орошения; 10 – холодильник

Производительность установки 2 т/ч гликоля, насыщенного влагой, тепловая нагрузка подогревателя 1463 МДж/ч. Глубина регенерации – от 70 до 80 % (масс.) гликоля. Установка выполнена в виде отдельных блоков, в состав которых входят десорбер, огневой подогреватель и теплообменник, два насоса. Отдельно монтируют резервуары и емкости [2].

Режим работы установки следующий: давление в фазовом разделителе 1,4 МПа и в сепараторе 0,6 МПа; температура этиленгликоля на входе в десорбер 75 °С, наверху десорбера 100 °С, внизу испарителя 135 °С, на выходе из десорбера регенерированного этиленгликоля 40 °С. Концентрация раствора этиленгликоля, поступающего на регенерацию 70 % (масс.) и регенерированного – 80 % (масс.) [2].

Схема включает сепаратор, где происходит разделение смеси насыщенный раствор этиленгликоля – газоконденсат, сепаратор для сепарации газа, растворенного в этиленгликоле, теплообменники и десорбер, смонтированный на испарителе с паровым подогревом. Производительность установки 8 м³/ч этиленгликоля. На верх колонны подается водяное орошение [2].

1.2.2 Вакуумная регенерация гликолей

Для получения точек росы газа от минус 10 °С до минус 25 °С и ниже используют вакуумную регенерацию гликолей. Схема установки осушки газа с применением вакуумной регенерации приведена на рисунке 3 [2].

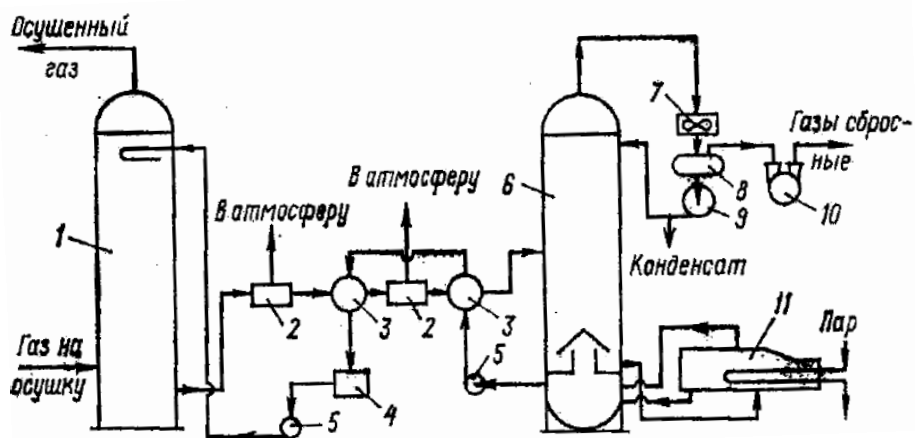


Рисунок 3 – схема установки осушки газа с применением вакуумной регенерации: 1– абсорбер; 2– сепараторы; 3 – теплообменники; 4– промежуточная емкость; 5 – насосы; 6– десорбер; 7 – конденсатор-холодильник; 8 – емкость орошения; 9– насос орошения; 10– вакуум-насос; 11– кипятильник.

Раствор гликоля, насыщенный влагой и газом, выходит из абсорбера и поступает в сепаратор 2. Здесь из раствора выделяются газы, поглощенные в абсорбере. Далее раствор гликоля проходит первый теплообменник 3, где подогревается за счет тепла горячего поглотителя, выходящего с низа десорбера 6. Затем раствор проходит второй теплообменник и сепаратор 2 и далее поступает в десорбер 6 для извлечения влаги. Низ десорбера соединен с кипятильником 11, где раствор нагревается за счет тепла водяного пара или огневого подогрева [2].

Выделение влаги осуществляется под вакуумом, водяные пары и растворенный в гликоле газ поступают в конденсатор-холодильник 7. Вакуум в системе создается при конденсации водяных паров в конденсаторе, образовавшаяся вода (конденсат) собирается в емкость 8, откуда он частично подается на верх десорбера как орошение, а избыток конденсата отводится. Неконденсирующиеся газы отсасываются вакуум-насосом [2].

1.2.3 Регенерация гликолей путем подачи отдувочного газа

Практический интерес представляют схемы регенерации гликоля, в которых вместо вакуума используется отдувка газом. Следует, однако, учесть, что вакуум-насос заменяется циркуляционным компрессором, так как выпускать отдувочный газ в атмосферу нерационально. Схема установки регенерации гликоля с подачей отдувочного газа в систему регенерации с огневым подогревателем приведена на рисунке 4 [2].

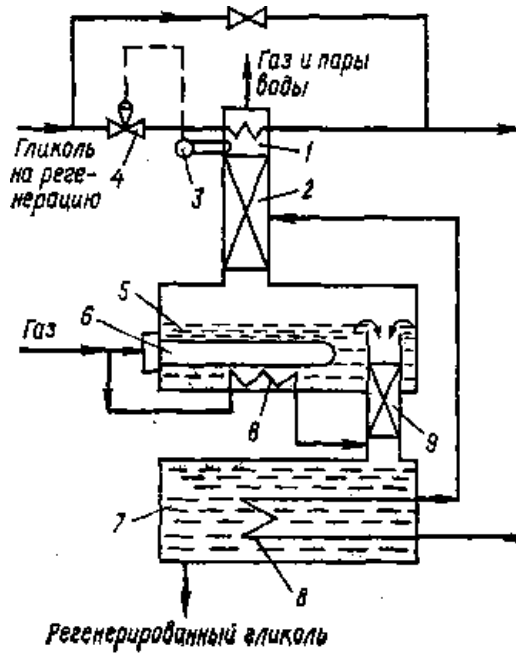


Рисунок 4 – Схема установки регенерации гликоля с подачей отдувочного газа:

1 – дефлегматор; 2 – выпарная колонна; 3 – терморара; 4 – регулирующий клапан; 5 – испаритель; 6 – топка; 7 – буферная емкость; 8 – теплообменник; 9 – отпарная колонна.

Насыщенный влагой гликоль проходит через змеевик дефлегматора 1, размещенного вверху выпарной колонны 2. Конденсирующийся водяной пар обеспечивает необходимое орошение верха колонны. Далее влажный гликоль проходит через теплообменник 8 и поступает в десорбер, где из него частично отгоняется вода. В испарителе гликоль нагревается за счет сжигания топливного газа в топке 6. Из испарителя гликоль перетекает в отпарную колонну 9, в низ которой подается нагретый отдувочный газ. Здесь в колонне 9 концентрация гликоля доводится до 99,9 % (масс.) и выше. Температура верха

колонны регулируется подачей части холодного гликоля через змеевик на верху колонны [2].

К недостаткам схемы следует отнести отвод отдувочного газа и паров воды в атмосферу, что приводит к потерям газа и загрязнению окружающей среды. Для ликвидации потерь газа устанавливают циркуляционные газодувки и колонны осушки циркулирующего газа. При использовании осушенного газа удается подучить гликоль концентрацией 99,97 % (масс). Отдувочный газ можно вводить частично в испаритель через перфорированную трубу, расположенную под топкой, что позволяет интенсифицировать теплообмен и уменьшить вероятность перегрева гликоля [2].

В некоторых схемах в качестве отдувочного газа предлагается использовать отходящие газы, отбираемые из дымовой трубы огневого подогревателя. Газы охлаждаются, отделяются от влаги, подогреваются в теплообменнике и подаются в отпарную камеру. Однако наличие кислорода в продуктах сгорания газа может вызвать окисление гликоля, поэтому использование отходящего газа не представляет особого интереса, хотя обеспечивает экономию электроэнергии для привода вакуум-насоса [2].

1.2.4 Азеотропная регенерация гликолей

Все разрабатываемые газовые месторождения на территории Российской Федерации находятся на начальной стадии разработки или в периоде падающей добычи. Для обеспечения требуемой точки росы по воде осушенного газа на установках абсорбционной осушки является достаточным использование регенерированного абсорбента с содержанием гликоля на уровне 99,0 % (масс.). Поэтому на газовых промыслах получили распространение атмосферная и вакуумная схемы регенерации насыщенного водой гликоля.

При вхождении газовых месторождений в период поздней стадии эксплуатации, существующие технологические схемы установок абсорбционной осушки природного газа гликолями не смогут обеспечить требуемое качество подготовки осушенного газа при сохранении приемлемых показателей эффективности их эксплуатации. Согласно информации

приведенной в научно-технической литературе, для эффективной работы газовых промыслов в период поздней стадии эксплуатации месторождений должна использоваться азеотропная схема регенерации гликолей, которая обеспечит получение регенерированного абсорбента с остаточным содержанием воды на уровне 0,1 %.

Азеотропная технология связана с необходимостью использования дополнительных азеотропных агентов, мировая практика показывает, что технология имеет существенное преимущество перед остальными, так как позволяет достигать наивысших концентраций рДЭГа. Это обстоятельство может быть решающим, учитывая возрастающие проблемы с осушкой газа на поздней стадии эксплуатации месторождений в условиях падающей добычи.

Азеотропные смеси являются жидкими смесями, которые характеризуются равенством составов равновесных жидкой и паровой фаз. При их перегонке образуется конденсат того же состава, что и исходный раствор, поэтому азеотропные смеси называются также нераздельнокипящими. Наличие азеотропных смесей существенно затрудняет их разделение и требует применения специальных методов регенерации.

Наиболее известный способ азеотропной регенерации гликолей с применением в качестве азеотропообразующего агента изооктана является процесс «Дризо».

Процесс «Дризо» или азеотропная ректификация это глубокая регенерация гликолей, осуществляемая путем добавки в испаритель азеотропного агента с температурой кипения от 70 °С до 110 °С, образующего положительную азеотропную смесь с влагой, растворенной в ДЭГе и позволяет довести массовую долю раствора ДЭГа до 99,99 %.

Схема установки приведена на рисунке 5.

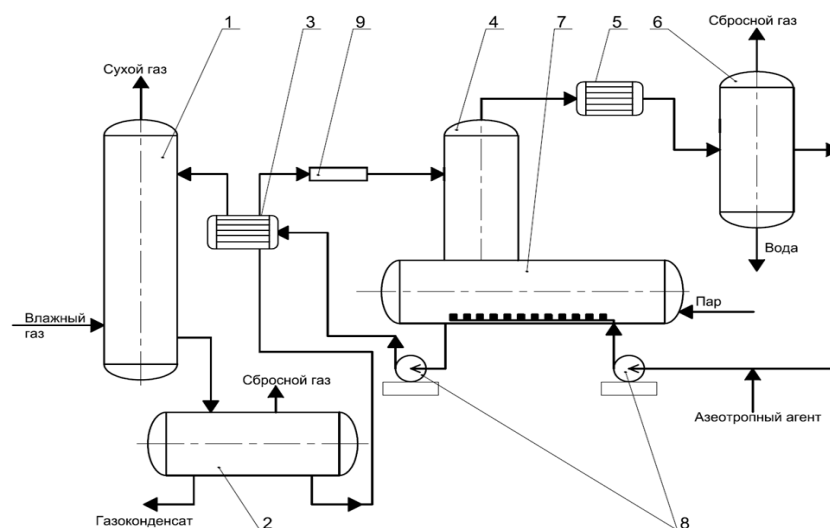


Рисунок 5 – Схема регенерации ДЭГа азеотропной ректификации:
 1 – абсорбер; 2 – трехфазный сепаратор; 3 – теплообменник; 4 – десорбер;
 5 – конденсатор; 6 – сепаратор; 7 – испаритель; 8 – насос; 9 – фильтр

Регенерированный раствор гликоля подается на верх абсорбера 1, где он контактирует с влажным газом, поступающим в низ аппарата. Осушенный газ отводится из абсорбера сверху. Влажный гликоль выводится с низа абсорбера и проходит сепаратор 6, подогревается в теплообменнике 3 и через фильтр 9 поступает в десорбер 4. Фильтр патронного типа, заполненный активированным углем, предназначен для удаления смол. Число теоретических тарелок в десорбере зависит от влажности гликоля. Обычно достаточно четырех теоретических тарелок.

Температура в десорбере 160 °С, при этом гликоль регенерируется до содержания влаги 1,4% (масс.). Стекая, он контактирует с азеотропным агентом, подаваемым насосом 5 в испаритель 7. Десорбер работает в режиме, близком к изотермическому, поэтому он должен быть хорошо изолирован или даже оборудован паровой рубашкой [2]. Разделяющий агент образует азеотропную смесь с водой, которая отводится с верха десорбера. После конденсатора смесь разделяется в сепараторе: вода отводится на очистные сооружения, а азеотропный агент насосом 8 подается в испаритель 7. Объем сепаратора должен обеспечивать хорошее разделение смеси конденсат изооктана – вода. Регенерированный раствор гликоля охлаждается и возвращается в систему. Процесс «Дризо» имеет замкнутый цикл по

углеводородам. Однако в десорбированной воде содержатся следы гликоля и углеводородов, и она нуждается в дополнительной очистке [2].

При реализации блока регенерации насыщенного водой гликоля с использованием схемы азеотропной перегонки выбор оптимального азеотропообразующего агента играет ключевую роль в работе установки. Азеотропный агент должен отвечать следующим требованиям:

- образовывать азеотропную смесь с водой,
- иметь относительно низкое давление насыщенных паров,
- практически не растворяться в гликолях,
- иметь высокую активность при извлечении воды,
- иметь низкую теплоту парообразования.

Из множества исследованных веществ большинству требований удовлетворяет изооктан. Физико-химические свойства изооктана (2,2,4-триметилпентан) приведены в таблице 7.

Азеотропообразующий агент должен обеспечивать минимальную температуру кипения азеотропной смеси с водой. Температура кипения азеотропообразующего агента должна быть не ниже 40 °С для сокращения его потерь при отделении от воды в рефлюксной емкости десорбера [6].

Поэтому при выборе азеотропообразующего агента для процесса азеотропной отгонки воды из насыщенного гликоля следует рассматривать углеводороды с числом атомов углерода не менее шести. В качестве азеотропообразующего агента вследствие растворимости в воде нецелесообразно использование ароматических углеводородов из-за их высокой токсичности. Углеводороды алканового ряда с числом атомов углерода C_6-C_9 являются либо ценными компонентами моторных топлив, либо сырьем процессов их получения. Таким образом, имеет смысл рассмотрение использования в качестве азеотропообразующего агента углеводородного конденсата или его фракции с температурой кипения от 70 °С до 110 °С [6].

Опытно-промышленные испытания регенерации гликолей азеотропной ректификацией на промышленной установке с огневым подогревом показали

возможность повышения концентрации диэтиленгликоля с 97,0–98,5 % до 99,5–99,8 % (масс.) при температуре в испарителе, равной 125–145 °С. В качестве азеотропного компонента применялась фракция газоконденсата Шебелинского месторождения плотностью при 20 °С 718 кг/м³. Состав газоконденсата представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Фракционный и групповой состав газоконденсата Шебелинского месторождения

Наименование	Значение
Фракционный состав, °С	
н. к.	74
10 % (об.)	86
50% (об.)	109
90% (об.)	121
к. к.	130
Остаток, % (об.)	2
Групповой состав, % (масс.)	
парафиновые углеводороды	88,03
нафтеновые углеводороды	10,86
ароматические углеводороды	1,11

Типовой блок регенерации был дооборудован конденсатором для конденсации паров азеотропной смеси и фазовым разделителем. Азеотропный компонент нагревался до 50 °С и подавался по перфорированной трубке под топочную камеру огневого подогревателя. Потери гликоля с отходящей конденсационной водой составляли не более 0,1 % (масс.) от количества циркулирующего раствора.

Целесообразность перевода блоков регенерации гликолей со схем атмосферной и вакуумной перегонки на схему азеотропной перегонки ДЭГа на установках осушки газа подтверждается рядом аргументов таких, как:

– метод азеотропной регенерации ДЭГа позволит повысить массовую

долю ДЭГа до 99,5 %;

- снизить деструкцию ДЭГа в результате термического перегрева в змеевике печи за счет снижения температуры нагрева до 140–160 °С;

- снизить коррозию внутренних элементов технологического оборудования и трубопроводов за счет снижения температуры нагрева;

- уменьшение температуры регенерации ДЭГа позволяет снизить объем потребляемого топливного газа;

- отказ от вакуумных насосов снизит и оптимизирует энергетические затраты УКПГ в период падающей добычи газа;

Модернизация установок регенерации, путем перевода блоков регенерации гликоля на схему азеотропной перегонки, направлена на повышение эффективности работы десорбционной колонны, т.е. на сокращение остаточного содержания воды в регенерированном абсорбенте и обеспечение проведения процесса при более низкой температуре.

Таким образом, азеотропная регенерация позволяет снизить температуру нагрева гликоля, тем самым уменьшить его потери вследствие термической деструкции. А также делает возможным снижение эксплуатационных затрат на закупку гликоля, сокращение расхода топливного газа на подогрев абсорбента и повышает надежность оборудования блока регенерации.

2. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ РЕГЕНЕРАЦИИ АБСОРБЕНТА

Основным технологическим аппаратом блока регенерации насыщенного водой гликоля является десорбционная колонна, которая представляет собой массообменный аппарат тарельчатого типа с числом контактных устройств порядка 10. От его эффективности работы зависит остаточное содержание воды в регенерированном абсорбенте. Основным лимитирующим параметром работы десорбционной колонны является температура кубовой части. Это связано с особенностями физико-химических свойств используемого в процессе абсорбционной осушки природного газа абсорбента – гликолей.

Гликоли характеризуются температурой термодеструкции, которая имеет значение ниже температуры кипения соответствующего вещества. Диэтиленгликоль имеет температуру термодеструкции на уровне 164 °С, а триэтиленгликоль – на уровне 206 °С. Данными температурами ограничивается значение рабочей температуры низа десорбционной колонны.

Методы совершенствования блока регенерации, с целью повышения степени регенерации абсорбента, заключаются в представленном ниже:

- совершенствование вакуум создающей системы;
- подача осушенного газа в десорбционную колонну;
- перевод схемы регенерации насыщенного водой гликоля на схему азеотропной регенерации.

Требуемая оптимальная концентрация гликоля в регенерированном абсорбенте зависит от стадии разработки газового месторождения. На начальной стадии эксплуатации газового месторождения, когда пластовое давление добываемого газа высокое и низкое его влагосодержание, для получения требуемой точки росы по воде осушенного газа является достаточным использование регенерированного абсорбента с концентрацией гликоля на уровне 95,0–97,0 % (масс.). При этом используется схема атмосферной регенерации насыщенного водой гликоля. Когда газовое месторождение входит в период падающей добычи, а именно, начинает плавно

снижаться пластовое давление добываемого флюида и повышается его влагосодержание, для обеспечения требуемой точки росы по воде осушенного газа в блоке абсорбции возникает необходимость повышения концентрации гликоля в регенерированном абсорбенте до значений 97,5–99,0 % (масс.). В это время в начальный период осуществляется повышение температуры низа десорбционной колонны до значений приближенных к температуре термодеструкции используемого гликоля в схеме атмосферной перегонки и далее осуществляется перевод блоков регенерации на работу по схеме вакуумной перегонки. Со временем в схеме вакуумной регенерации насыщенного водой гликоля также осуществляется плавное повышение температуры низа десорбционной колонны до значений приближенных к температуре термодеструкции используемого гликоля. Использование схемы регенерации насыщенного водой гликоля с использованием отдувочного газа не имеет широкого применения [5].

На поздней стадии эксплуатации газового месторождения, когда давление добываемого пластового флюида является низким, и он имеет высокое влагосодержание, для обеспечения требуемой точки росы по воде осушенного газа необходимо использование регенерированного абсорбента с концентрацией гликоля более 99,5 % (масс.). В этом случае рекомендуется использовать азеотропную перегонку при регенерации насыщенного водой абсорбента. Азеотропная технология связана с необходимостью использования дополнительных азеотропных агентов, мировая практика показывает, что технология имеет существенное преимущество перед остальными, так как позволяет достигать наивысших концентраций рДЭГа. Это обстоятельство может быть решающим, учитывая возрастающие проблемы с осушкой газа на поздней стадии эксплуатации месторождений в условиях падающей добычи [5].

3. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель: анализ качества регенерации насыщенного гликоля методом азеотропной перегонки на УКПГ X нефтегазоконденсатного месторождения

Задачи:

- анализ существующей технологии регенерации насыщенного гликоля методом атмосферной перегонки насыщенного водой гликоля на газовых промыслах X нефтегазоконденсатного месторождения;
- анализ технологии регенерации насыщенного гликоля методом азеотропной перегонки насыщенного гликоля;
- моделирование десорбера;
- сравнительная оценка технологической и экономической эффективности технологий регенерации.

4. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1. Геологическая характеристика месторождения

Данный раздел удален в связи с конфиденциальностью информации геологического строения месторождения: значения дебитов, давлений и запасов.

Таблица 4 – Показатели месторождения [8]

4.2. Характеристика сырья установок абсорбции и регенерации

4.2.1. Природный газ

Данная информация удалена в связи с конфиденциальностью состава природного газа месторождения и параметров эксплуатации.

Таблица 5 – Компонентный состав газа в соответствии с проектом разработки, % объемные [8]

Таблица 6 – Параметры газа в начальный период эксплуатации и за последние 8 лет [8]

4.2.2. Диэтиленгликоль

Гликоли, используемые для осушки природного газа, должны иметь высокую степень растворимости в воде, высокую коррозионную стойкость и низкую вязкость. Помимо этого, они должны быть химически нейтральными к газовым компонентам, т.е. не вступать в химические реакции с ними. Также при регенерации им необходимо иметь высокую стойкость к термическому разложению и окислению и они должны легко регенерироваться до высоких концентраций. Характеристика диэтиленгликоля, используемого для абсорбционной осушки приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристика диэтиленгликоля [8]

Показатели	Норма по ГОСТ, ОСТ, СТП, ТУ
Внешний вид	Бесцветная или желтоватая жидкость
Молекулярная масса	106,12
Плотность при 20 °С, кг/м ³	1116–1117
Вязкость при 20 °С, сПз	35,7
Температура кипения, °С, при 760 мм.рт.ст.	245
Температура замерзания, °С	минус 8

Показатели	Норма по ГОСТ, ОСТ, СТП, ТУ
Температура начала разложения, °С	164
Давление насыщенного пара 99 % раствора, кПа при 40 °С 100 °С	0,24 4,65
Температура, °С: – вспышки (в открытом тигле) – самовоспламенения	143,3 345,0
Масс.доля воды, %, не более	0,05–0,2
ДЭГ регенерированный: масс. доля воды, %	0,7–1,0
ДЭГ насыщенный: масс. доля воды, %	2,0–4,0

4.2.3. Азеотропообразующий агент (изооктан)

Физико-химические свойства изооктана (2,2,4-триметилпентан)

приведены в таблице 8.

Таблица 8 –Физико-химические свойства изооктана

Молекулярная масса	114,2
Плотность, кг/м ³	703
Теплоемкость, кДж/(кг·К)	2,3
Теплота парообразования, кДж/К	272,5
Давление насыщенных паров при 21°С, кПа	6,4
Температура, °С	
застывания	минус 166
кипения	99,2
вспышки	минус 12
самовоспламенения	420
Пределы взрываемости, %	1,10–6,0

4.3. Методика моделирования десорбера в программном комплексе Aspen HYSYS

HYSYS представляет собой интегрированную систему, позволяющую рассчитывать как стационарные, так и динамические режимы работы. Одни и те же объекты можно рассчитывать последовательно с разной степенью детализации [11].

HYSYS содержит множество операций, которые могут быть использованы для построения технологической схемы. Среди имеющихся операций имеются такие, которые рассчитывают термодинамические параметры и тепловые/массовые балансы, такие как «теплообменник», «сепаратор», «абсорбер с ребойлером» и т.д.

Для моделирования десорбции гликоля выбираем колонну «абсорбер с ребойлером». Такая колонна имеет один входной и два выходных потока, также если необходимо, то можно добавить входящие потоки. После выбора типа колонны появляется инспектор ввода, в котором, пройдя через все страницы можно задать основную информацию для расчета колонны .

Далее появляется специализированное окно колонны, дающее полный доступ к параметрам колонны. В данном окне можно изменять питание и продукты, спецификации или параметры колонны, КПД тарелок, добавлять или удалять оборудование или реакции, а также просматривать профили, рабочую таблицу или результаты. Запуск колонны производится из главной схемы [11].

Основные компоненты колонны с ребойлером приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Основные компоненты колонны «абсорбер с ребойлером»

Компонент колонны	Описание
Тарельчатая секция	Представляет собой последовательность равновесных тарелок. Тарелки нумеруются от 1 до N
Тарелки	Тарелки нумеруются сверху вниз или снизу вверх, в зависимости от выбора. Схема нумерации тарелок задается в специализированном окне колонны.
Верхний паровой продукт	Это пар, покидающий верхнюю тарелку тарельчатой секции.
Кубовый продукт	Это жидкость покидающая ребойлер.
Ребойлер	Представляет собой объединение нагревателя и ступени разделения, не является тарелкой.

В качестве спецификации колонны «абсорбер с ребойлером» используется расход пара сверху колонны. Спецификация является величиной,

которую алгоритм сходимости должен получить в результате расчета, в этом случае спецификация используется в качестве оценки [11].

4.4. Действующая технология осушки газа

Данная информация удалена в связи с конфиденциальностью технологической схемы абсорбционной осушки газа и регенерации диэтиленгликоля.

Рисунок 6 – Принципиальная технологическая схема абсорбционной осушки газа

Рисунок 7 – Принципиальная технологическая схема регенерации гликоля X
НГКМ

Таблица 10 – Характеристика диэтиленгликоля [8]

5. АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ УСТАНОВКИ РЕГЕНЕРАЦИИ ГЛИКОЛЯ

5.1. Моделирование десорбера

Моделируем схемы регенерации гликоля по трем моделям:

- модель атмосферной регенерации
- модель вакуумной регенерации
- модель атмосферной регенерации с использованием осушенного газа

Массовый состав и параметры входящих потоков, представлены в таблицах 11, 12 и на рисунках 8, 9.

Таблица 11– Параметры потоков диэтиленгликоля и осушенного газа

Наименование	DEG1	gaz
Паровая фаза	0	1
Температура, °С	20	80
Давление, кПа	71	100
Молярный расход, кмоль/ч	100	50
Массовый расход, кг/ч	8875,83	160,43

Таблица 12– Массовый состав потоков диэтиленгликоля и осушенного газа

Наименование	DEG1	gaz
Метан	0,00	1,00
Диэтиленгликоль	0,96	0,00
H ₂ O	0,04	0,00

Для того чтобы повысить температуру до 50 °С перед входом в колонну регенерации ставим рекуперативный теплообменник DEG–rDEG.

Выбираем колонну регенерации с ребойлером, задаем входящие и выходящие энергетический и материальные потоки. Далее производится заполнение параметров давления, температуры и необходимых спецификаций.

Завершается моделирование колонны нажатием кнопки Run и расчетом колонны.

Для того чтобы оценить унос диэтиленгликоля нам необходимо сначала охладить выходной поток $p1$, а затем отсепарировать. Для этого поставим холодильник, где температура выходящего потока будет равна 50°C . Затем установим трехфазный сепаратор со следующими выходящими потоками: углеводороды, диэтиленгликоль, вода. С помощью этого мы сможем оценить унос гликоля.

Модель схемы атмосферной и вакуумной регенерации гликоля представлена на рисунке 8.

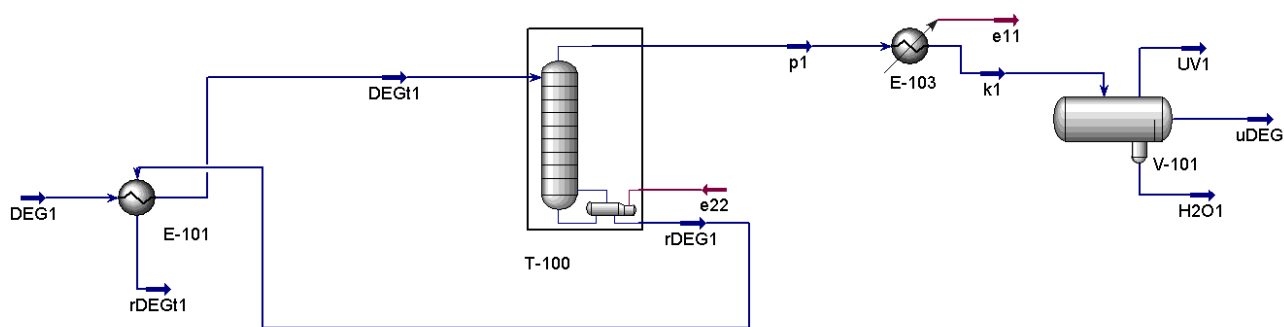


Рисунок 8 – Модель атмосферной и вакуумной регенерации гликоля

Для того чтобы смоделировать процесс атмосферной регенерации с использованием осушенного газа, добавим поток газа в ребойлер. Модель данной схемы представлена на рисунке 9.

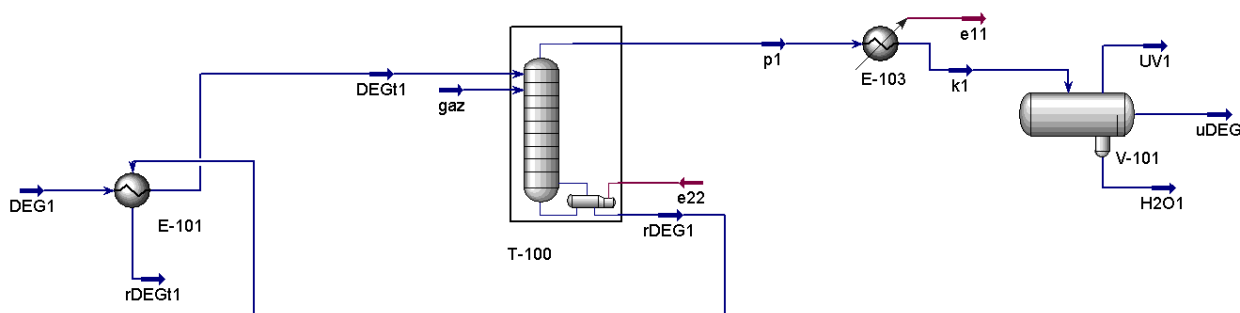


Рисунок 9– Модель атмосферной регенерации гликоля с использованием осушенного газа

Моделируем схему азеотропной регенерации гликоля. В качестве азеотропообразующего агента используем изооктан.

Массовый состав и параметры входящих потоков, представлены в таблицах 13, 14 и на рисунке 10.

Таблица 13 – Параметры потоков диэтиленгликоля и азеотропообразующего агента (изооктан)

Наименование	DEG	azeotrop
Паровая фаза	0	1
Температура, °С	20	120
Давление, кПа	71	100
Молярный расход, кмоль/ч	100	130
Массовый расход, кг/ч	8875,83	12565,52

Таблица 14 – Массовый состав потоков диэтиленгликоля и азеотропообразующего агента (изооктан)

Наименование	DEG1	azeotrop
Метан	0,00	0,00
Изооктан	0,00	1,00
Диэтиленгликоль	0,96	0,00
H ₂ O	0,04	0,00

Модель схемы азеотропной регенерации гликоля представлена на рисунке 10.

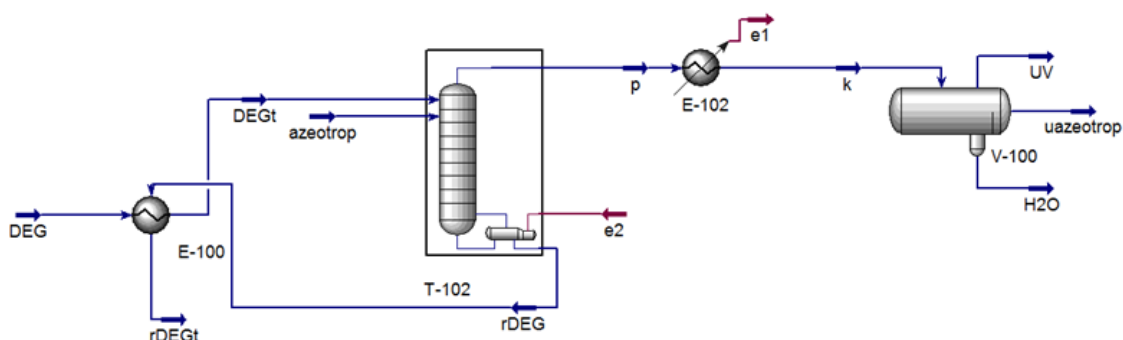


Рисунок 10– Модель азеотропной регенерации гликоля

Произведем моделирование при температуре ребойлера равной температуре начала разложения диэтиленгликоля – 164°С.

5.2. Технологические показатели качества регенерации насыщенного гликоля

В таблице 15 представлены сводные результаты, полученные при трех различных схемах регенерации диэтиленгликоля.

Таблица 15 – Технологические показатели моделей регенерации диэтиленгликоля

Метод регенерации	Атмосферная	Вакуумная	Атмосферная с осушенным газом
Содержание ДЭГа до регенерации, % масс.	96	96	96
Температура ребойлера, °С	164	164	164
Давление, кПа	100	60	100
Молярный расход газа, кмоль/ч	–	–	50
Содержание ДЭГа после регенерации, % масс.	97,03	98,05	98,99
Унос, кг/ч	3,92	7,91	10,23

Если сравнивать вакуумную и атмосферную регенерацию, то видно, что наибольшая степень регенерированного гликоля получается при вакуумной регенерации. Из этого можно сделать вывод, что при снижении давления увеличивается степень регенерации гликоля, также снижение давления повлияло на унос, он увеличился в два раза.

При атмосферной регенерации с использованием осушенного газа видно, что процент регенерации вырос и близок к 99 % (масс.). В отличие от простой атмосферной регенерации, добавление осушенного газа повлияло на потери при уносе, они стали равны 12, 4 кг/ч.

В таблице 16 представлены сводные результаты, полученные при схеме азеотропной регенерации диэтиленгликоля с различными технологическими параметрами.

Таблица 16– Технологические показатели модели азеотропной регенерации диэтиленгликоля

Метод регенерации	Азеотропная изооктан	Азеотропная изооктан	Азеотропная изооктан
Содержание ДЭГа до регенерации, % масс.	96	96	96
Температура ребойлера, °С	164	145	145
Давление, кПа	100	100	100
Молярный расход изооктана, кмоль/ч	140	140	160
Содержание ДЭГа после регенерации, % масс.	99,99	99,91	99,99
Унос, кг/ч	6,15	6,05	5,99

По результатам моделирования, при температуре 164 °С достигается степень регенерации гликоля порядка 99,99 % (масс.). Можно понизить температуру процесса регенерации до 145 °С, при этом, не сильно теряя степень регенерации. При данной температуре получится степень регенерации равная 99,91 % (масс.), также снизится и унос гликоля, из-за того что температура стала ниже температуры деструкции.

Чтобы скомпенсировать потерянный процент регенерации можно увеличить расход азеотропа. Так как неизвестен требуемый расход азеотропа, то можно при помощи Case study установить зависимость изменения степени регенерации гликоля от молярного расхода изооктана, показано на рисунках 11, 12.

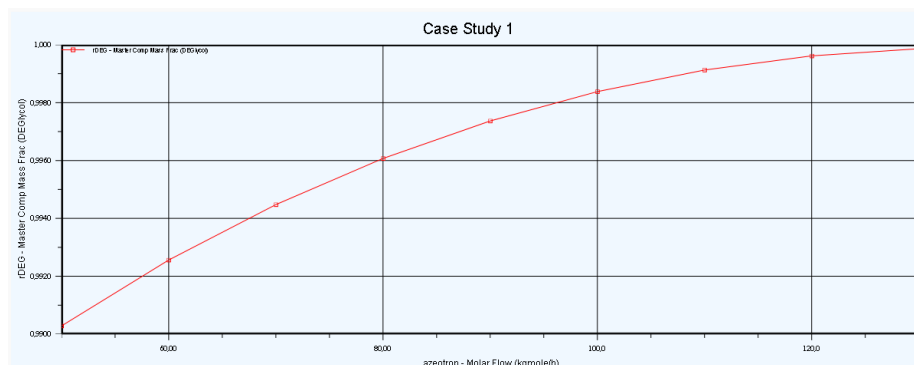


Рисунок 11 – Молярный расход изооктана при 164 °С

Из рисунка 11 видно, что молярный расход при температуре равной 164°C, и степени регенерации гликоля 99,99 % будет равен 140 кмоль/ч.

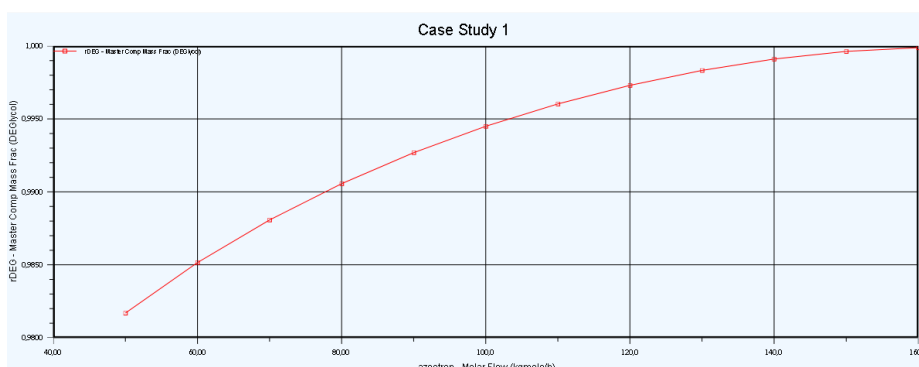


Рисунок 12 – Молярный расход изооктана при 145 °С

При снижении температуры до 145°C, чтобы снизить деструкцию гликоля молярный расход изооктана должен увеличиться до 160 кмоль/ч, степень регенерации будет равна 99,99 % (масс.), также при этом незначительно понизится унос гликоля до 5,99 кг/ч.

Для сравнительной оценки технологий регенерации диэтиленгликоля необходимо составить сводную таблицу 17.

Таблица 17 – Сводная таблица характеристик технологий регенерации ДЭГа

Метод регенерации	Атмосферная	Вакуумная	Атмосферная с осушенным газом	Азеотропная изооктан
Температура ребойлера, °С	164	164	164	145
Давление	100	60	100	100
Содержание ДЭГа после регенерации, % масс.	97,03	98,05	98,99	99,99
Унос, кг/ч	3,92	7,91	10,23	5,99

Таким образом, исходя из результатов таблицы 17, целесообразно выбрать установку азеотропной регенерации гликоля с применением изооктана, при температуре процесса равной 145 °С, применение которой обеспечивает

степень регенерации равную 99,99 % (масс.). Несмотря на то, что унос при технологии азеотропной регенерации выше, чем при атмосферной, это компенсируется высокой степенью регенерации.

5.3. Материальный баланс установок регенерации гликоля

Для оценки технологий регенерации диэтиленгликоля требуется составить материальный баланс для каждой установки.

- Регенерация гликоля при атмосферном давлении (таблица 18).

Таблица 18 – Материальный баланс установки атмосферной регенерации гликоля

Приход			Расход		
	Наименование	Значение		Наименование	Значение
		%масс.			% масс.
Входящий поток DEG1	ДЭГ	96	Выходящий поток гDEG1	ДЭГ	97,03
	Вода	4		Вода	2,97
			Сумма		100
			Выходящий поток верхнего продукта p1	ДЭГ	4,00
				Вода	95,99
			Сумма		100

- Атмосферная регенерация гликоля с использованием осушенного газа (таблица 19).

Таблица 19 – Материальный баланс установки атмосферной регенерации гликоля с использованием осушенного газа

Приход			Расход		
	Наименование	Значение		Наименование	Значение
		%масс.			% масс.
Входящий поток DEG1	ДЭГ	96	Выходящий поток гDEG1	ДЭГ	98,95
	Вода	4		Вода	1,04
	Сумма	100		Метан	0,01
Входящий поток gaz	Газ	100	Выходящий поток верхнего продукта p1	ДЭГ	0,95
				Вода	24,63
				Метан	74,42
			Сумма		100

- Вакуумная регенерация гликоля (таблица 20).

Таблица 20 – Материальный баланс установки вакуумной регенерации гликоля

Приход			Расход		
	Наименование	Значение		Наименование	Значение
		%масс.			% масс.
Входящий поток DEG1	ДЭГ	96	Выходящий поток rDEG1	ДЭГ	98,05
	Вода	4		Вода	1,95
			Сумма		100
			Выходящий поток верхнего продукта p1	ДЭГ	4,08
				Вода	95,92
			Сумма		100

- Азеотропная регенерация гликоля с применением в качестве азеотропообразующего агента изооктана (таблица 21).

Таблица 21 – Материальный баланс установки азеотропной регенерации гликоля

Приход			Расход		
	Наименование	Значение		Наименование	Значение
		%масс.			% масс.
Входящий поток DEG1	ДЭГ	96	Выходящий поток rDEG1	ДЭГ	99,99
	Вода	4		Вода	0,00
	Сумма	100		Изооктан	0,01
			Сумма		100
Входящий поток azeotrop	Изооктан	100	Выходящий поток верхнего продукта p1	ДЭГ	0,04
				Вода	2,17
				Изооктан	97,79
			Сумма		100

Материальный баланс по всем установкам технологий регенерации сходится.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1 Обоснование показателей экономической эффективности

Основная цель расчетов – экономическая оценка предлагаемого проекта по повышению эффективности технологии осушки природного газа методом абсорбции за счет совершенствования технологии регенерации гликоля.

В основе описания экономической эффективности лежит сопоставление существующего и внедряемого технологических процессов –перевода блоков вакуумной регенерации гликоля на работу по схеме азеотропной перегонки, а также анализ затрат, необходимых для выполнения всех операций технологического процесса.

Таким образом, целью данного раздела является экономическое обоснование предлагаемых мероприятий, т.к. на основании такого экономического показателя как экономия внедрения мероприятия, можно судить об экономической эффективности предлагаемых мероприятий.

При внедрении технологии азеотропной регенерации блок требуется дооснастить разделителем «азеотроп-вода», емкостью хранения азеотропного агента, насосами подачи азеотропа в колонну.

6.1.1 Расчет стоимости закупки диэтиленгликоля (ДЭГ)

Исходными данными являются действующие цены следующих поставщиков, представленных в таблице 22 [13].

Таблица 22 – Поставщики диэтиленгликоля

Наименование	Цена, руб/т
"Регион-НК", г. Нижнекамск	44000
ООО ПТК "Апрель", г. Дзержинск	50000
ООО "Виразж", г. Уфа	52000
ТПК СИБАРИТ, г. Новосибирск	48000
ООО Научно-производственная «Камская химическая компания», г. Пермь	49000

Наиболее выгодную цену предлагает компания "Регион-НК" г.

Нижнекамск. Также необходимо оценить доставку диэтиленгликоля от поставщика до заказчика в г. Новый Уренгой. Транспортировка диэтиленгликоля осуществляется специализированными автоцистернами.

В таблице 23 рассчитана стоимость транспортировки 10 тонн диэтиленгликоля каждого поставщика до г. Новый Уренгой.

Таблица 23 – Стоимость транспортировки 10 тонн диэтиленгликоля до г. Новый Уренгой[1].

Поставщик	Затраты на транспортировку		
	Стоимость перевозки 10 т на 1 км пути	Расстояние до г. Новый Уренгой, км	Стоимость доставки до г.Новый Уренгой, руб
"Регион-НК", г. Нижнекамск	50	2 626	131300
ООО ПТК "Апрель", г. Держинск	53	3214	170342
ООО "Виразж", г Уфа	47	2365	106425
ТПК СИБАРИТ, г. Новосибирск	49	2559	122832
ООО Научно-производственная «Камская химическая компания», г. Пермь	45	2212	99540

Наиболее выгодная закупка диэтиленгликоля с точки зрения доставки у поставщиков из г. Уфа и г. Пермь.

Итоговая стоимость включает в себя цену за 10 тонн диэтиленгликоля и затраты на его транспортировку. В таблице 24 приведены результаты расчетов итоговой стоимости закупки 10 тонн диэтиленгликоля у различных поставщиков.

Таблица 24 – Стоимость диэтиленгликоля у различных поставщиков

Поставщик	Цена за 10 тонн гликоля, тыс. руб	Стоимость доставки до г. Новый Уренгой, тыс. руб	Итоговая стоимость за 10 т гликоля, тыс. руб
"Регион-НК", г. Нижнекамск	440	131,3	571,3
ООО ПТК "Апрель", г. Держинск	500	170,3	670,3
ООО "Виразж", г Уфа	520	106,4	626,4
ТПК СИБАРИТ, г. Новосибирск	480	122,8	602,8
ООО Научно-производственная «Камская химическая компания», г. Пермь	490	99,5	589,5

В результате наиболее выгодную стоимость закупки 10 тонн диэтиленгликоля равную 571,3 тыс. руб, предлагает поставщик "Регион-НК" г. Нижнекамск. Также приемлемую цену имеет закупка у ООО Научно-производственная «Камская химическая компания» равная 589,5 тыс. руб за 10 тонн. Они отличаются тем, что у компании "Регион-НК" цена на доставку высокая, но ее компенсирует низкая цена продукции. У ООО Научно-производственная «Камская химическая компания» наоборот, цена продукции на порядок выше, но доставка получается дешевле из-за близкого расположения города.

Также стоит учитывать, что цена на доставку относительная и может изменяться в зависимости от объема заказываемой продукции. При транспортировке больших объемов, затраты на доставку увеличатся и уже вариант заказа продукции из удаленных городов будет экономически нецелесообразен.

На УКПГ X нефтегазоконденсатного месторождения расход газа через абсорбер составляет 150–350 тыс. м³/ч или 3,6–8,4 млн. м³/сутки [2]. Для осушки данного объема природного газа необходимо ДЭГа в размере равным

7,6 м³/ч, значит в сутки необходимо 182,4 м³. С учетом плотности равной 1120 кг/м³ в час нужно 8520 кг/ч или 204480 кг/сут. Расчеты стоимости ДЭГа при данной норме расхода приведены в таблице 25.

В данном разделе удалены таблицы в связи с конфиденциальностью расчета материалов при технологических нормах расхода.

Таблица 25 – Расчет стоимости абсорбентов для осушки 3,6–8,4 млн. м³ газа в сутки

По результатам данной таблицы получается, что выгодно закупать гликоль у компании "Регион-НК", г. Нижнекамск, затраты в сутки составят 8997,12 тыс. руб.

Необходимо учитывать потери диэтиленгликоля в процессе регенерации при уносе с парами верхнего продукта, данные значения представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Значения уноса диэтиленгликоля при различных технологиях регенерации

Наименование регенерации	Потери диэтиленгликоля при регенерации, кг/сут	Потери диэтиленгликоля при регенерации, т/сут
Атмосферная	93,6	0,093
Вакуумная	189,12	0,18912
Атмосферная с осушенным газом	297,6	0,29676
Азеотропная	143,76	0,14376

Расчет потерь диэтиленгликоля в стоимостном выражении представлен в таблице 27.

Таблица 27 – Расчет стоимости потерь диэтиленгликоля

Поставщик	Цена, руб/кг	Потери в стоимостном выражении, руб/сут			
		Атмосфе рная	Вакуумн ая	Атмосфе рная с осушенн ым газом	Азеотроп ная
"Регион-НК", г. Нижнекамск	44	4118,4	8321,3	13094,4	6325,44
ООО ПТК "Апрель", г. Дзержинск	50	4680	9456	14880	7188
ООО "Вираз", г. Уфа	52	4867,2	9834,2	15475,2	7475,52
ТПК СИБАРИТ, г. Новосибирск	48	4492,8	9077,8	14284,8	6900,48
ООО Научно- производственная «Камская химическая компания», г. Пермь	49	4586,4	9266,9	14582,4	7044,24

Таким образом, наименьшие потери диэтиленгликоля получаются у компании-поставщика "Регион-НК", г. Нижнекамск.

Минимальные потери гликоля происходят при использовании установки атмосферной регенерации, но данный способ является малоэффективным с точки зрения технологического процесса, он не обеспечивает требуемую степень регенерации. Применяя технологию азеотропной регенерации гликоля, стоимость потерь получается выше, чем у атмосферной, но это компенсируется высокой технологической эффективностью установки и значением степени регенерации порядка 99,99 %.

Следовательно, оптимальную стоимость закупки изооктана предлагает поставщик "Регион-НК" г. Нижнекамск.

6.1.2 Расчет стоимости материалов на проведение работ

Для перевода блоков вакуумной регенерации гликоля на работу по схеме азеотропной перегонки в блок подается азеотропообразующий агент – изооктан. Необходимо рассчитать стоимость закупки изооктана [3].

На российском рынке поставщиками изооктана технического являются ООО "Компонент-Реактив" г. Москва и ООО "ЮгТехКом" г. Краснодар, данные приведены в таблице 28 [13].

Таблица 28 – Поставщики изооктана

Поставщик	Цена, руб/кг
ООО "Компонент-Реактив" г. Москва	120
ООО "ЮгТехКом" г. Краснодар	130

Обе компании имеют цены близкие по своему значению. Значит необходимо сравнить затраты на транспорт заказываемой продукции, данный расчет представлен в таблице 29 [1].

Таблица 29 – Стоимость транспортировки 10 т изооктана до г. Новый Уренгой

Учитывая транспортные расходы, наиболее выгодная стоимость транспортировки изооктана получается у поставщика ООО "Компонент-Реактив" г. Москва.

Итоговая стоимость включает в себя цену за 10 тонн изооктана и затраты на его транспортировку. В таблице 30 приведены результаты расчетов итоговой стоимости закупки 10 тонн изооктана у различных поставщиков.

Таблица 30 – Стоимость изооктана у различных поставщиков

Из результатов расчета видно, что стоимость у компании-поставщика ООО "Компонент-Реактив" г. Москва является наиболее приемлемой и по цене продукта и по доставке.

Для регенерации изооктана до 99,99 % требуется 23,1 м³/ч, значит в сутки необходимо 556,2 м³. С учетом плотности равной 690 кг/м³ в час нужно 15900 кг/ч или 381600 кг/сут. Расчеты стоимости изооктана при данной норме расхода приведены в таблице 31 [3].

Таблица 31 – Расчет стоимости изооктана для регенерации диэтиленгликоля до 99,99 %

При норме расхода 381,6 т/сут стоимость изооктана у компании ООО "Компонент-Реактив" г. Москва меньше чем у ООО "ЮгТехКом" г. Краснодар. Таким образом, закупку изооктана выгодно производить у поставщика ООО "Компонент-Реактив".

Также необходимо учесть потери изооктана в процессе регенерации при уносе с регенерированным диэтиленгликолем, данный расчет приведен в таблице 32.

Таблица 32 – Расчет стоимости потерь изооктана

Зная, что цена закупки изооктана у компании ООО "Компонент-Реактив" минимальная, то и стоимость потерь у них будет такая же. Следовательно, можно сделать вывод, что по всем параметрам оптимальная стоимость закупки изооктана – у компании ООО "Компонент-Реактив".

Учитывая потери изооктана, нужна подпитка равная значению потерь, необходимо прибавить их к норме расхода, также и у диэтиленгликоля.

Расчет стоимости материалов для реализации блоков регенерации по технологии азеотропной перегонки представлен в таблице 33.

Таблица 33 – Расчет стоимости материалов

6.1.3 Расчет эффективности перевода на схему азеотропной регенерации

Для оценки эффективности перевода на УКПГ X нефтегазоконденсатного месторождения блоков вакуумной регенерации гликоля на работу по схеме

азеотропной перегонки необходимо сравнить срок использования абсорбента по каждой схеме регенерации.

Зная норму расхода и потери в сутки, можно рассчитать сроки использования диэтиленгликоля в технологической схеме. Данный расчет представлен в таблице 34.

Таблица 34 – Расчет срока использования ДЭГа

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что регенерация диэтиленгликоля по схеме азеотропной перегонки с применением изооктана, из-за малых потерь без подпитки гликоль может эксплуатироваться в технологической схеме регенерации до 1423 суток, при этом экономия составит 1995,84 руб/сут.

увеличивает срок использования диэтиленгликоля в технологической схеме регенерации до 1423 суток.

Экономия применения технологии азеотропной регенерации рассчитывается как разность потерь при вакуумной и азеотропной регенерации, умноженная на стоимость диэтиленгликоля в сутки, по формуле 1:

$$(0,18912 - 0,14376) \frac{\text{т}}{\text{сут}} \cdot 44000 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 1995,84 \frac{\text{руб}}{\text{сут}} \quad (1)$$

Таким образом, при применении азеотропной регенерации, мы экономим 1995,84 руб/сут.

Данная реализация блока регенерации насыщенного водой гликоля с использованием схемы азеотропной перегонки на УКПГ X нефтегазоконденсатного месторождения позволяет повысить степень регенерации и возможность получить осушенный газ с точкой росы до минус 30°C. Также с применением азеотропной регенерации существенно снижается температура регенерации и составляет для ДЭГа 145 °C вместо 164 °C. Из-за снижения температуры регенерации уменьшается термическая деструкция ДЭГа, как следствие, продлевается эффективный срок службы абсорбента

7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

7.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.

7.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Производственный шум – это беспорядочное сочетание звуков, различных по частоте и силе колебаний. Шум различной интенсивности и частоты, длительно воздействуя на рабочих, может привести со временем к понижению остроты слуха и даже к развитию профессиональной глухоты.

Существуют нормативные документы по определению допустимого уровня производственного шума на рабочих местах ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ "Шум" [14]. Наряду с внедрением мероприятий по звукоизоляции источников шума в необходимых случаях персоналу рекомендуется применять индивидуальные средства защиты органов слуха (наушники, вкладыши, шлемы) при уровне звука, превышающем 80 дБА по СанПиН 2.2.2.3359-16 [15].

7.1.2 Отклонение показателей климата на открытом воздухе.

В ходе проведения работ предполагает за собой нахождение рабочего в помещении с целью необходимого контроля за оборудованием и непосредственно за самим процессом.

В производственных помещениях (диспетчерские, операторские, залы вычислительной техники и др.) согласно СанПиН 2.2.2.542-96 должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата [16].

К основным нормируемым показателям микроклимата воздуха относятся:

- температура (t° , С);
- относительная влажность (ϕ , %);
- скорость движения воздуха (v , м/с).

Существенное влияние на параметры микроклимата и состояние человеческого организма оказывает также интенсивность теплового излучения

различных нагретых поверхностей, температура которых превышает температуру в производственном помещении [16].

При нормировании метеорологических условий в производственных помещениях учитывают время года, физическую тяжесть выполняемых работ, а также количество избыточного тепла в помещении [17].

Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяют следующие основные мероприятия:

- механизация и автоматизация технологических процессов;
- защита от источников теплового излучения с помощью теплозащитных экранов;
- устройство систем вентиляции;
- кондиционирование воздуха и отопление [17].

7.1.3 Повышенный уровень вибрации

Вибрация – это частота колебания производственного оборудования и других вспомогательных приспособлений, находящихся в данном цехе, производственном помещении и т. п. Предельно допустимые уровни общей и локальной вибрации от промышленного оборудования определяются ГОСТ12.1.012–90 ССБТ "Вибрационная безопасность. Общие требования" [18]. Контроль уровня вибрации на рабочих местах ведется согласно ГОСТ 12.1.047–85 ССБТ "Вибрация. Метод контроля на рабочих местах" [19]. Вибрация при частоте 16 Гц не должна превышать амплитуду 0–28 мм. Для борьбы с вибрацией машин и оборудования и защиты работающих от вибрации используют различные методы. Борьба с вибрацией в источнике возникновения связана с уменьшением действующих в системе переменных сил: замена динамических технологических процессов статическими; тщательная балансировка вращающихся механизмов. Уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника: вибродемпфирование (превращение энергии механических колебаний в тепловую); виброгашение (установка вибрирующих машин на виброгасящие фундаменты); виброизоляция; средства

индивидуальной защиты. В качестве индивидуальных средств защиты применяются: специальные виброгасящие коврики под ноги у пультов управления различными механизмами, виброобувь и виброрукавицы [17].

7.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Различают освещение естественное и искусственное. Естественное освещение – это освещение непосредственно солнечными лучами в светлое время суток. Оно является наиболее благоприятным, правильным и удобным. Строительные нормы СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение" устанавливает нормы естественного, искусственного и совмещенного освещения зданий и сооружений, а также нормы искусственного освещения селитебных зон, площадок предприятий и мест производства работ вне зданий [20]. В помещениях со значительными выделениями дыма, копоти, пыли и других загрязнений, очистка их должна производиться один раз в 3 месяца.

Для обеспечения искусственного освещения применяют: лампы накаливания, люминесцентные лампы, многоламповые светильники, кварцевые лампы ДКсТ, заполняемые ксеноном под большим давлением, а также галоидные и натриевые лампы и йодные лампы [17].

Все лампы должны оборудоваться осветительной арматурой – отражателями, затемнителями, рассеивателями, которые применяются в зависимости от их назначения и выполняемых работ. Все источники освещения напряжением 220 вольт подвешиваются на высоте не менее 2,5 метров. Производственные участки, цеха с повышенной опасностью оборудуются аварийным освещением с отдельным источником питания на случай, если произойдет отключение основного.

7.1.5 Утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу

Вредные вещества, встречающиеся на УКПГ – это метанол, а также природный газ, основную часть которого составляет метан, и газовый конденсат. Действие вредных веществ, применяемых на производстве, на

организм человека зависит от токсичных свойств самого вещества, его концентрации и продолжительности воздействия [17].

Профессиональные отравления и заболевания возможны, только если концентрация токсичного вещества в воздухе рабочей зоны превышает предельно-допустимую концентрацию (ПДК). ПДК вредных веществ утверждается Министерством здравоохранения России и является обязательной нормой для всех предприятий, превышение которой не допускается [17].

Метан (CH_4) – бесцветный газ, легче воздуха, горит бесцветным пламенем. В смеси с воздухом образует взрывоопасные смеси. Концентрационные пределы взрываемости метана в смеси с воздухом составляют: нижний предел – 5,07 %объемных, верхний – 15,08 % объемных; температура самовоспламенения 357 °С. ПДК природного газа равна 3,0 мг/м³. Класс опасности (по ГОСТ 12.1.005.88) природного газа – 4 [21].

Отравление возможно при вдыхании газа с воздухом. Отравление можно установить по следующим признакам: учащение пульса, ослабления внимания, увеличения объема дыхания. Для предотвращения отравления и удушения парами различных токсичных газов предусмотрены средства индивидуальной защиты рабочих и служащих [17].

Специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ, выдаются рабочим, служащим, ИТР, тех профессий и должностей, которые предусмотрены в отраслевых нормах бесплатной выдачи спец. одежды, спец. обуви и других СИЗ в соответствии с усмотренными нормами и сроками носки.

Очень опасным химреагентом является, метанол (CH_3OH) – бесцветная прозрачная жидкость, по запаху, цвету и вкусу напоминающая этиловый спирт, легко воспламеняется, при испарении взрывоопасен. Температура вспышки +16 °С, пределы взрываемости 5,5–36,5 % объемных. ПДК в воздухе производственных помещений 5 мг/м³. Температура кипения 64,7 °С [17].

Метанол – сильный яд, действующий преимущественно на нервную и сосудистую системы. Симптомы отравления: головная боль, тошнота, рвота, сильные боли во всем теле, желудке, мелькание перед глазами. В тяжелых

случаях наблюдается резкая синюшность, глубокое и затрудненное дыхание, судороги, слабый учащенный пульс. Для исключения ошибочного применения метанол одорируется этилмеркаптаном (C_2H_5SH) в соотношении 1:1000, керосином 1:100 и окрашивается химическими чернилами и другими красителями [17].

При работе с метанолом, его отпуске, хранении и транспортировке необходимо выполнять общие санитарные правила по хранению и применению метанола, утвержденные ПАО "Газпром", а также требования "Инструкции о порядке получения от поставщиков, перевозки, хранения, отпуска и применения метанола на объектах газовой промышленности" [17].

Газовый конденсат – бесцветная жидкость, легче воды, обладает высокой летучестью, легко воспламеняется. Предельно допустимая концентрация паров составляет 300 мг/м^3 . Вдыхание паров газового конденсата оказывает наркотическое действие и может привести к разнообразным видам отравлений, вызывающих раздражение слизистых оболочек и функциональные нервные расстройства.

Для острых отравлений парами углеводородов характерны: головные боли и головокружение, сердцебиение, дрожание рук и век, расширение зрачков. При воздействии на кожу конденсат обезжиривает ткани и может вызвать экзему и дерматиты.

На территории производственного объекта предусмотрены наличие газоопасного оборудования, так и сооружений, которые могут быть источниками выбросов в атмосферу вредных веществ. В этих условиях при проектировании объектов обеспечивают наветренное размещение газоопасных сооружений относительно санитарно-бытовых помещений, производственных зданий [17].

7.2 Анализ опасных производственных факторов

7.2.1 Механические опасности

Для защиты от механического травмирования применяют следующие средства защиты: предохранительные тормозные, оградительные устройства, средства автоматического контроля и сигнализации, знаки безопасности, системы дистанционного управления.

В соответствии с требованиями "Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности", утвержденных Ростехнадзором России 2003г., ограждаются или экранизируются оборудование, машины и установки могущие служить причиной травмирования обслуживающего персонала или вредного воздействия на него. Ограждения и экраны блокируются с пусковым устройством оборудования – технологические системы их отдельные элементы, оборудование должны быть оснащены необходимыми средствами регулирования и блокировки, обеспечивающими безопасную эксплуатацию [22].

На грузоподъемных машинах и механизмах, сосудах, работающих под давлением, должны быть обозначены их предельная грузоподъемность, давление, температура и сроки следующего технического освидетельствования.

Лебедки, краны и другие грузоподъемные механизмы должны иметь ограничители допускаемой грузоподъемности, а также надежные тормозные устройства и фиксаторы, не допускающие самопроизвольного движения груза и самого механизма.

Для применяемого в технологическом процессе основного оборудования проектной организацией должен устанавливаться допустимый срок службы. Ремонт оборудования должен проводиться только после его отключения, сброса давления, остановки движущихся частей и принятия мер, предотвращающих случайное приведение их в движение под действием силы тяжести или других факторов. На пусковом устройстве обязательно вывешивается плакат: "Не включать, работают люди". Критерии вывода из

эксплуатации оборудования, инструмента определяются разработчиком или предприятием изготовителем совместно с заказчиком [17].

7.2.2 Пожарная безопасность

Наиболее опасными на установке комплексной подготовки газа являются следующие объекты: площадки сепарации газа, площадка регенерации метанола, площадка насосного парка, колодцы на территории УКПГ, котельная, замерной пункт газа, парк метанольных ёмкостей.

Все эти объекты на газовых промыслах соответствии с НПБ 105-95 относятся к категории пожаровзрывоопасных производств.

Технологические процессы транспорта и хранения газа и конденсата, связаны с применением различных электроустановок, являющихся потенциальными источниками зажигания. По классу взрыво- и пожароопасности (по ПУЭ) – В - 1 г: к ним относятся наружные технологические сооружения, содержащие ЛВЖ или горючие газы (наружные технологические установки, резервуары, резервуарные парки и др.) [23].

На перечисленных объектах причинами взрыва, пожара могут быть искры от электрической оборудования, открытое пламя, повышение давления в результате неполадок технологического оборудования, статическое электричество, разряд молнии.

На газовом промысле категорически запрещено пользоваться открытым огнем без наряда-допуска на огневые работы, подписанным начальником промысла. Источником зажигания могут быть и молнии, поэтому предусматривается молниезащита промысловых объектов (в соответствии с РД.3322.113-78), состоящая из системы молниеотводов в виде стержней или опор, соединенных тросами и заземленных в подземной части. Предупреждение накопления зарядов статического электричества применяется система заземления объектов метанольного парка, емкостей с конденсатом и других в соответствии с РД.33.22.113-78. Эти системы необходимо периодически проверять и постоянно содержать в исправном состоянии [17].

На каждом производственном объекте (установке) оборудован склад аварийных средств и материалов, достаточных по количеству и номенклатуре для выполнения аварийных работ, связанных с возможным выделением сероводорода в воздух рабочей зоны.

Наружное пожаротушение на УКПГ осуществляется от кольцевой водопроводной сети через незамерзающие пожарные гидранты. Необходимые напор и расход воды в сети создаются стационарными пожарными насосами, установленными в насосной станции второго подъема [17].

Управление пожарными насосами осуществляется как по месту (со щита управления в насосной второй подъема), так и дистанционно от кнопок управления на щите в операторной УКПГ. Резервный пожарный насос включается автоматически при остановке и падении давления нагнетания на рабочем насосе. На площадке УКПГ установлено четыре резервуара (емкостью 700м³ каждый) хозяйственно-производственного и противопожарного запаса воды с огневым подогревом. Предусмотрена конструкция забора воды из резервуаров пожарными машинами. К резервуарам обеспечен свободный подъезд пожарных машин. На время пожара предусмотрено автоматическое отключение вентиляции. Внутреннее пожаротушение осуществляется от пожарных кранов, установленных внутри помещения [17].

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности на установке несет начальник промысла в соответствии с действующим законодательством. Ответственность за пожарную безопасность отдельных цехов, участков, складов и других производственных помещений несут специалисты промысла или лица, исполняющие их обязанности, в ведении которых находятся эти объекты [17].

На основании "Правил пожарной безопасности в газовой промышленности" для каждого цеха, лаборатории или иного помещения разработаны конкретные инструкции о мерах пожарной безопасности.

Производственные и подсобные помещения установки, сооружения и склады обеспечены первичными средствами пожаротушения и пожарным

инвентарем в соответствии с действующими нормами. Первичные средства пожаротушения и пожарный инвентарь размещаются на отведенных для них местах в требуемом количестве и с обеспечением правил их хранения.

В производственных помещениях, складах в качестве средств пожаротушения применяют пар, воду, углекислый газ, песок, химпорошок в соответствии с технологическими требованиями и технико-экономическим обоснованием [24].

Использование пожарного оборудования и инвентаря для хозяйственных, производственных и других нужд, не связанных с пожаротушением, запрещается.

Не допускается загромождение различным оборудованием и материалами дорог, проездов, лестничных клеток, коридоров, ведущих к первичным средствам пожаротушения и связи.

На территории УКПГ, где возможно скопление горючих газов, проезд автомашин, тракторов и другого транспорта разрешается только при оборудовании их искрогасителями. Курение разрешается в специально отведенных и оборудованных местах [17].

В лестничных клетках зданий запрещается устраивать рабочие и складские помещения, прокладывать промышленные газопроводы, трубопроводы с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, устанавливать оборудование, препятствующее продвижению людей.

Для контроля за состоянием воздушной среды в производственных и складских помещениях УКПГ необходимо устанавливать автоматические газоанализаторы [17].

7.2.3 Электробезопасность. Поражение электрическим током

Под электробезопасностью понимается система организационных и технических мероприятий по защите человека от действия электрического тока, электрической дуги, статического электричества, электромагнитного поля.

Общие положения по защите от статического электричества изложены

во "Временных правилах защиты от проявлений статического электричества на производственных установках и сооружениях нефтяной и газовой промышленности":

- Технологическое оборудование и трубопроводы для предотвращения опасностей, связанных с искровыми разрядами статического электричества, должны быть заземлены. Максимальное сопротивление контура заземления от статического электричества не должно превышать 100 Ом.
- Для ослабления генерирования зарядов статического электричества ЛВЖ и другие диэлектрические материалы должны транспортироваться по трубопроводам с малыми скоростями. Ограничения скорости транспортирования принимаются в зависимости от свойств жидкости, диаметра и длины трубопроводов.
- Для предотвращения образования и накопления статического электричества от падающей струи трубы для заполнения резервуаров, емкостей должны быть спущены почти до дна, под уровень имеющейся жидкости. Предусмотрена защита технологических установок производственных зданий и сооружений от электрической и электромагнитной индукции. От прямых ударов молний сооружения защищены специально установленными молниеотводами [25].

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции должна быть применена, по крайней мере, одна из следующих защитных мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделительный трансформатор, двойная изоляция. Заземление или зануление электроустановок следует выполнять:

1. При напряжении 380В и выше переменного тока и 440В и выше постоянного тока – во всех электроустановках.

2. При номинальных напряжениях выше 42 В, но ниже 380 В переменного тока и выше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока – только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках.

Наиболее эффективный способ защиты – защитное отключение. С помощью универсального устройства, состоящего из прибора–индикатора и автоматического выключателя, аварийный участок силовой сети может быть полностью обесточен или введен в действие в течение десятых долей секунды. Защитное отключение применяют в сетях с напряжением до 1000 В в качестве самостоятельной или дополнительной защиты.

Все электрооборудование в пределах взрывоопасной зоны должно быть взрывозащищенным в соответствии с категорией и группой взрывоопасной смеси. Все токоведущие части электрооборудования должны быть заземлены [17].

Все промышленные сооружения в целях защиты от прямых ударов, вторичных воздействий молнии и проявления статического электричества заземляются. Запрещается последовательное соединение заземляющим проводником нескольких аппаратов.

Лица, обслуживающие электрооборудование и электроинструмент, должны пройти инструктаж по электробезопасности с присвоением 1 группы, а так же проверку знаний по электробезопасности с присвоением квалификационной группы по ПУЭ (Правила устройства электроустановок) не ниже 2.

Для ручных инструментов, работающих под напряжением 36 или 12В, запрещается использовать в целях заземления нулевой провод. Нулевой и заземляющий провода должны присоединяться к заземляющей сети во всех случаях отдельно (обособленно). При напряжении 220 В и выше предусматривается обязательное применение средств индивидуальной защиты (СИЗ).

7.2.4 Аппараты под давлением.

На объектах установки комплексной подготовки газа используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа (0,07 кгс/см²) или при температуре нагрева воды более 115 °С:

- сосуды, работающие под давлением (сепараторы, абсорберы, теплообменники, ресиверы, баллоны и пр.);
- магистральные газопроводы и технологические трубопроводы;
- пароводы [17].

Превышение давления выше разрешенного, неисправность регулирующих и предохранительных клапанов, а также неплотности, выпучины и разрыв прокладок в сосуде и его элементах может привести к разрушению оборудования и как следствие нанести травмы работникам в том числе несовместимые с жизнью. Для управления работой, обеспечения безопасных условий эксплуатации сосуды, работающие под давлением, снабжаются приборами для измерения давления и температуры среды, предохранительными устройствами (клапанами и мембранами), запорной арматурой, указателями уровня жидкости [17].

7.3 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению экологической безопасности

Технологические процессы, существующие в газовой промышленности, сопровождаются выбросами в почву, водоемы и атмосферу значительных количеств производственных отходов, загрязняющих воду, воздух и почву.

Источниками постоянного воздействия загрязняющих веществ на атмосферный воздух от технологического оборудования являются:

- дефлекторы и вентиляционные трубы цехов осушки газа, регенерации гликоля и ЗПА;
- дымовые трубы блоков огневой регенерации гликоля, установки подогрева топливного газа и газовые водонагреватели;

- неплотности во фланцевых соединениях оборудования, размещенного на открытых аппаратных площадках.

Источниками периодического воздействия на атмосферный воздух являются:

- дыхательные клапаны резервуаров складов метанола и ДЭГа;
- сброс газа при плановых осмотрах, ремонте оборудования.

В целях обеспечения охраны окружающей среды должны постоянно выполняться следующие требования:

- обеспечение полной герметизации технологических процессов подготовки газа;
- контроль технологических процессов с помощью средств автоматики;
- сбор возможных утечек продукта должен осуществляться только в дренажные ёмкости;
- все виды сбросов газа должны осуществляться на свечу, сбросы при продувке скважин на факел;
- должна постоянно проводиться работа по выявлению утечек вредных веществ.

В тех же целях должен постоянно проводиться контроль за всеми газоопасными работами, за чистотой атмосферы в санитарно-защитных зонах и содержанием вредных веществ в промышленной зоне, в промышленных стоках и водах водного бассейна.

Сброс загрязненных сочных вод, содержащих ядовитые органические и неорганические вещества, приводит к уничтожению растительности и рыбных богатств, ограничивает возможность использования водоемов для питьевого и промышленного водоснабжения, что приносит огромный ущерб народному хозяйству.

На УКПГ предусмотрены следующие системы канализации:

- производственная;

- хозяйственно-бытовая;
- производственная солянодержащих сточных вод.

В систему производственной канализации отводятся пластовая и конденсационная вода от технологических установок, а также сточные воды от промывки технологического оборудования.

В систему хозяйственно-бытовой канализации отводятся стоки от санитарных приборов, установленных в бытовых помещениях УКПГ, а также холостые сбросы воды для предохранения канализационной сети от замерзания. Количество бытовых сточных вод от площадки УКПГ равно водопотреблению на хозяйственно-питьевые нужды и составляет 30.0 м³/сут. В систему канализации солянодержащих сточных вод постоянно отводятся сточные воды ХВО котельной в количестве 6.5 м³/сут.

Нормативно очищенные хозяйственно-бытовые и производственные стоки насосной станцией по закачке в пласт направляются в поглощающие скважины. В аварийном случае, когда поглощающие скважины, по каким-либо причинам не могут быть использованы по своему назначению, очищенные стоки из резервуара направляются на сжигание в огневой нейтрализатор промышленных стоков НПГФ40, расположенный на площадке поглощающих скважин.

Аварийные сбросы производственных сточных вод для предупреждения загрязнения окружающей среды предусмотрено направлять в аварийный резервуар и затем постепенно направлять на очистные сооружения.

Для утилизации выбросов газа на УКПГ предусмотрены системы сброса на факел и на свечу. Сброс газа от предохранительных клапанов осуществляется на свечу в атмосферу без сжигания, так как он происходит только при нарушении технологического режима и непродолжителен по времени. В случае необходимости предусмотрен также сброс газа в атмосферу с аппаратов воздушного охлаждения [17].

В технологических цехах предусмотрена дренажная система сброса газа и паров с отдельных аппаратов и емкостей. При адсорбционной осушке газа отработанный адсорбент после двух лет эксплуатации выгружается из адсорберов.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В условиях ООО "Газпром добыча Ямбург" возможно возникновение следующих видов ЧС:

- техногенного характера;
- природного характера;
- социально-политического характера [8].

Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Могут возникнуть по причине возгорания пролитой горючей жидкости (метанола, диэтиленгликоля и других химреагентов), применяемых в процессе добычи и подготовки газа. Возгорание горючих жидкостей в резервуарах товарных парков, емкостях и технологических аппаратах. Пожары на скважинах в результате неконтролируемого фонтанирования. Пожары в результате разгерметизации газо- и конденсатопроводов.

Сильные взрывы скопившегося газа и легких фракций конденсата, при утечках на скважинах, на пункте подготовки газа из технологических резервуаров. Также возможны взрывы на складах веществ применяемых при перфорации и в других процессах.

Возможно загрязнение окружающей среды разливами большого количества сточных вод. Эти воды отличаются высокой минерализацией и коррозирующей способностью, а также часто содержанием различных реагентов – все это способствует возникновению масштабного разлива этих, вод. Также большую опасность представляют аварии на скважинах с неконтролируемым фонтанированием. В результате фонтанирования возможны масштабные выбросы газа, наносящие огромный ущерб сельскохозяйственным землям, лесам и животному миру.

ЧС природного характера. ЯНГКМ находится в районе Ямало-Ненецкого автономного округа. Зима в этом районе суровая, температура воздуха часто опускается ниже минус 40 °С. Лето не очень жаркое и не холодное, температура не превышает 25 °С. Редко отмечаются случаи нанесения ущерба от воздействия сильных ветров или ураганов [8].

В условиях засушливого лета возможно возникновение лесных и торфяниковых пожаров, но такие случаи не влияют на работу предприятия и происходят крайне редко. В период весеннего таяния снегов и половодья рек возможно подтопление части технологических площадок газовых промыслов.

ЧС социально-политического характера. Район не характеризуется опасностью возникновения вооруженных конфликтов или ведением военных действий. В социально-политическом плане район достаточно благополучен. Также район не опасен с точки зрения применения оружия массового поражения из-за удаленности от государственных границ.

Для предупреждения и предотвращения ЧС на предприятии действует отдел ГО и ЧС, который решает задачи выявления потенциальных источников ЧС и риск их возникновения. На основе проведенного анализа с помощью специальных методик выявляются потенциально опасные производственные объекты и на основе этого прогнозируются последствия воздействия возможных ЧС на население и подведомственные территории. Отталкиваясь от полученных результатов, осуществляется выбор, обоснование и реализация направлений деятельности обеспечения защиты населения и территории предприятия. К ним относятся:

- 1) осуществление комплекса профилактических мероприятий по предотвращению возникновения и снижению ущерба от ЧС;
- 2) организация защиты населения и его жизнеобеспечения в ЧС;
- 3) обеспечение устойчивости работы хозяйственных объектов в ЧС;
- 4) организация аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения и зонах заражения [8].

Анализируя вышеизложенное можно заключить, что основными опасностями в плане предотвращения крупного ущерба окружающей среде и человеку в условиях ООО "Газпром добыча Ямбург", являются ЧС техногенного характера.

В аварийной ситуации аварийный персонал:

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

- устанавливает возможность и условия продолжения транспортировки газа в заданном режиме или в ограниченном режиме без компримирования;

- после осмотра места аварии сообщает о создавшейся ситуации и принятых мерах руководству УКПГ и в ПДС ГПУ [8].

7.5 Организационные мероприятия и особенности законодательного регулирования проектных решений

7.5.1 Организационные мероприятия

Подготовка рабочего места – выполнение до начала работ технических мероприятий для предотвращения воздействия на работающих опасных производственных факторов на рабочем месте.

Подготовка рабочего места и допуск бригады к работе осуществляется только после получения разрешения от оперативного персонала, в управлении и ведении которого находится оборудование. Не допускается изменять предусмотренные нарядом меры по подготовке рабочих мест.

Допускающий перед допуском к работе должен убедиться в выполнении технических мероприятий по подготовке рабочего места – личным осмотром, по записям в оперативном журнале, по оперативной схеме и по сообщениям персонала оперативного и оперативно–ремонтного других задействованных организаций. Ответственный руководитель и производитель работ (наблюдающий) перед допуском к работе должны выяснить у допускающего, какие меры безопасности приняты при подготовке рабочего места, и совместно

с допускающим проверить подготовку рабочего места личным осмотром в пределах рабочего места.

Допуск к работе по нарядам и распоряжениям после подготовки рабочего места должен проводиться непосредственно на рабочем месте. При этом допускающий должен:

- проверить соответствие состава бригады указаниям наряда (распоряжения) – по именованным удостоверениям;
- доказать бригаде, что напряжение отсутствует, показом установленных заземлений или проверкой отсутствия напряжения, если заземления не видны с рабочего места (в эл.установках 35 кВ и ниже – последующим прикосновением рукой к токоведущим частям).

Началу работ по наряду (распоряжению) должен предшествовать целевой инструктаж. Целевой инструктаж – указания по безопасному выполнению конкретной работы в электроустановке, охватывающие категорию работников, определенных нарядом или распоряжением (от выдавшего наряд – до члена бригады). Без проведения целевого инструктажа допуск к работе не разрешается.

Целевой инструктаж при работах по наряду (распоряжению) проводят:

1. выдающий наряд – ответственному руководителю (если он не назначается производителю работ или наблюдающему);
2. допускающий – ответственному руководителю работ, производителю работ (наблюдающему) и членам бригады;
3. ответственный руководитель работ – производителю работ (наблюдающему) и членам бригады;
4. производитель работ (наблюдающий) – членам бригады.

При включении в состав бригады нового члена бригады инструктаж, как правило, проводит производитель работ (наблюдающий)

Выдающий наряд (распоряжение), ответственный руководитель работ, производитель работ в проводимых или целевых инструктажах, помимо вопросов электробезопасности, должны дать четкие указания по технологии

безопасного проведения работ, безопасному использованию грузоподъемных машин и механизмов, инструмента и приспособлений.

Наблюдающий инструктирует бригаду о мерах по безопасному ведению работ и о порядке перемещения бригады по территории электроустановки, исключаящих возможность поражения электрическим током.

Допускающий в целевом инструктаже знакомит бригаду с содержанием наряда, (распоряжения) указывает границы рабочего места, наличие наведенного напряжения, показывает ближайшие к рабочему месту токоведущие части и оборудование, к которым не допускается приближаться независимо от того находятся они под напряжением или нет.

Допуск к работе оформляется в обоих экземплярах наряда, из которых один остается у производителя работ (наблюдающего), а второй – у допускающего.

После полного окончания работы производитель работ (наблюдающий) должен удалить бригаду с рабочего места, снять установленные бригадой временные ограждения, плакаты и заземления, закрыть двери электроустановки на замок и оформить в наряде полное окончание работ. Ответственный руководитель после проверки рабочего места также оформляет в наряде полное окончание работ.

После оформления производителем работ и ответственным руководителем работ в наряде полного окончания работ наряд сдается допускающему, который после осмотра рабочих мест сообщает о полном окончании работ вышестоящему оперативному персоналу. Окончание работы по наряду (распоряжению) также оформляется оперативным персоналом в «Журнале учета работ по нарядам и распоряжениям» и в оперативном журнале.

Перед включением электроустановки после полного окончания работ оперативный персонал убеждается в готовности электроустановки к включению (проверяется чистота рабочего места, отсутствие инструмента и т.п.), снимает временные ограждения, переносные плакаты безопасности и заземления, восстанавливает постоянные ограждения.

В аварийных случаях до полного окончания работ оперативный персонал или допускающий могут включить в работу выведенное в ремонт электрооборудование или электроустановку в отсутствие бригады при условии, что до прибытия производителя работ и возвращения им наряда на рабочих местах расставлены работники, обязанные предупредить производителя работ и всех членов бригады о включении электроустановки и запрете возобновления работ.

7.5.2 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Законодательство РФ регулирует отношения между организацией и работниками, касающиеся оплаты труда, трудового распорядка, социальных отношений, а также особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и др.

Обслуживающий персонал трудится на УКПГ ЯНГКМ вахтовым методом: 1 месяц – вахта, 1 месяц – межвахтовый отдых [17].

Согласно ТК РФ Глава 47. Особенности регулирования труда лиц, работающих вахтовым методом, вахтой считается общий период, включающий время выполнения работ на объекте и время междусменного отдыха. Продолжительность вахты не должна превышать одного месяца.

К работам, выполняемым вахтовым методом, не могут привлекаться работники в возрасте до восемнадцати лет, беременные женщины и женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, а также лица, имеющие противопоказания к выполнению работ вахтовым методом в соответствии с медицинским заключением, выданным в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации [26].

Работникам, выполняющим работы вахтовым методом, за каждый календарный день пребывания в местах производства работ в период вахты, а также за фактические дни нахождения в пути от места нахождения

работодателя (пункта сбора) до места выполнения работы и обратно выплачивается взамен суточных надбавка за вахтовый метод работы.

Каждый день отдыха в связи с переработкой рабочего времени в пределах графика работы на вахте (день междувахтового отдыха) оплачивается в размере дневной тарифной ставки, дневной ставки (части оклада (должностного оклада) за день работы.

Работникам, выезжающим для выполнения работ вахтовым методом в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности из других районов:

- устанавливается районный коэффициент и выплачиваются процентные надбавки к заработной плате в порядке и размерах, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях;
- предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск в порядке и на условиях, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих:
 - в районах Крайнего Севера, – 24 календарных дня;
 - в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера, – 16 календарных дней [26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная модель технологий регенерации диэтиленгликоля в программном комплексе Aspen HYSYS позволила оценить эффективность эксплуатации установок регенерации насыщенных водой гликолей по применяемым технологическим схемам.

Установка азеотропной регенерации гликоля с применением изооктана, при температуре процесса равной 145 °С, обеспечивает степень регенерации равную 99,99 % (масс.).

Снижение температуры регенерации со 160 °С до 145 °С, при моделировании установки азеотропной регенерации, повлияло на унос диэтиленгликоля, он понизился, из-за того что температура стала ниже температуры деструкции.

Также на степень регенерации диэтиленгликоля влияет и давление, при сравнении вакуумной и атмосферной регенерации наибольшая степень регенерированного гликоля получается при давлении 60 кПа (вакуум). Из этого можно сделать вывод, что при снижении давления увеличивается степень регенерации гликоля, также снижение давления влияет и на унос, он увеличился в два раза.

Степень регенерации гликоля при атмосферной регенерации с использованием осушенного газа увеличилась до 98,99 % (масс.), но также с подачей осушенного газа увеличился унос диэтиленгликоля с верхним продуктом до 10,23 кг/ч.

При технологии азеотропной регенерации диэтиленгликоля, из-за малых потерь без подпитки гликоль может эксплуатироваться в технологической схеме регенерации до 1423 суток, при этом экономия составит 1995,84 руб/сут.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

№ п.п.	Наименование работы, её вид	Форма работы	Выходные данные	Объём, стр.	Соавторы
1	Анализ технологий регенерации гликоля, <i>доклад</i>	В печати	XXI Международный научный симпозиум студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», Томск, ТПУ, 3 -7 апреля 2017 г	2	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вишневер В.Я. Сущность и основные тенденции развития мирового газового рынка [Текст] / В. Я. Вишневер // Экономические науки. – 2010. – №10. – С. 279 – 282.
2. Жданова Н. В. Осушка природных газов [Текст] / Н.В. Жданова, А.Л. Халиф – М.: Химия, 1994. – 192 с.: ил.
3. Кулиев А.М. Оптимизация процессов газопромысловой технологии [Текст] / А.М. Кулиев, В.Г. Тагиев. – М.: Недра, 1984. – 196 с.: ил.
4. Методическое пособие для подготовки к собеседованию Центр подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ Petroleum Learning Centre – 2016. – 179 с.
5. Али А.А. Повышение эффективности процесса абсорбционной осушки природного газа гликолями: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2015. – 137 с.
6. Рогалев М. С. Обоснование и предложение по переводу блоков регенерации гликоля на азеотропную перегонку / М. С. Рогалев. – С.99–104.
7. Эколого-экономическое управление охраной окружающей среды [Текст] : научное издание / А.Г. Ананенков [и др.]. – М.: Недра, 2003. – 229 с. : ил.
8. Технологический регламент на эксплуатацию газового промысла № 3 Ямбургского НГКМ
9. Демина А.И. Методы решения геолого-промысловых задач на основе трехмерных геологических моделей продуктивных пластов (на примере нефтегазоконденсатных месторождений севера Западной Сибири): Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Тюмень, 2007. – 220 с.
10. Репей А.М. Особенности геологического строения, нефтегазоносность и научное обоснование ускоренной подготовки сырьевой базы УВ в российском секторе Каспийского моря: Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Москва, 2004. – 200 с.

11. Руководство пользователя HYSYS. – AspenTech. 2016. URL:<http://www.aspentech.com>
12. Ключко В.В. Разработка, анализ и внедрение пространственно-структурированных регулярных контактных устройств для химической и нефтегазовой промышленности: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2004. – 256 с.
13. Пульс цен [Электронный ресурс] URL:www.pulscen.ru
14. ГОСТ 12.1.003–83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ) "Шум"
15. СанПиН 2.2.2.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
16. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»
17. Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «Газпром». – Н.Уренгой, 2001. – 345 с.
18. ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»
19. ГОСТ 12.1.047-85. Вибрация. Метод контроля на рабочих местах
20. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение
21. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
22. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности"
23. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
24. ВППБ 01-04-98 «Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций газовой промышленности»
25. РД 39-22-113-78 «Временные правила защиты от проявлений статического электричества на производственных установках и сооружениях нефтяной и газовой промышленности»

26. ТК РФ, Глава 47. Особенности регулирования труда лиц, работающих вахтовым методом