

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
Кафедра теоретической и прикладной механики

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Исследование проблемы выхода из строя клапанов 3-х ступенчатого газопоршневого компрессора корпорации Ariel

УДК 621.513.3.042-047.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Е	Мотасов Дмитрий Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.каф. ТПМ, доцент	Пашков Е.Н.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И.В.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пашков Е.Н.	к.т.н., доцент		

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
 Уровень образования магистратура
 Кафедра теоретической и прикладной механики
 Период выполнения весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.12.2016	<i>Литературный обзор</i>	20
01.02.2017	<i>Объект и методы исследования</i>	20
01.04.2017	<i>Расчетная часть</i>	40
25.05.2017	<i>Заключение. Оформление работы</i>	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. каф. ТПМ, доцент	Пашков Е.Н.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. каф. ТПМ, доцент	Пашков Е.Н.	к.т.н., доцент		

Запланированные результаты обучения ООП

№	Результаты обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
1	2	3
Р1	Применять естественнонаучные, математические, гуманитарные, экономические, инженерные, технические и глубокие профессиональные знания в области современных нефтегазовых технологий для решения <i>прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем</i> , соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики)	ОК-1; ОК-2; ОК-3, ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6; ПК-7; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-23
Р2	Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности</i>	ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-15; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-22; ПК-23
Р3	Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства.	ОК-1; ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-18; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23
Р4	<i>Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы</i> для реализации технологических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила <i>охраны здоровья и безопасности труда</i> , выполнять требования по <i>защите окружающей среды</i> .	ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-6; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-21; ПК-22;
Р5	Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения в многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математического моделирования</i> технологических процессов и объектов	ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-17; ПК-20;
Р6	Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимального приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования, рассчитывать экономическую эффективность</i> .	ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23

№	Результаты обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
1	2	3
Р7	Эффективно работать <i>индивидуально</i> , в качестве <i>члена и руководителя команды</i> , умение формировать задания и <i>оперативные планы</i> всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести <i>ответственность за результаты работы</i>	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-6; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-23
Р8	Самостоятельно учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности; активно <i>владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-8; ПК-23

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
 Кафедра теоретической и прикладной механики

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) _____ (Дата) Пашков Е.Н.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5Е	Мотасову Дмитрию Викторовичу

Тема работы:

Модернизация отстойник нефти переливными перегородками	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№2067/с от 23.03.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Рассмотреть компрессорную установку, установленную на газокomppressorной станции Казанского месторождения. Изучить причины выхода из строя клапанов компрессора. Рассмотреть устройство клапана.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования,</i></p>	<p>Подобрать фильтр для отчистки газа от механических примесей. Экспериментально подобрать режим работы компрессорной установки для выпадения жидкости в сепараторе.</p>

<i>конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Общий вид клапана.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Кырмакова Ольга Сергеевна, ассистент
Финансовый менеджмент	Шарф Ирина Валерьевна, доцент, к.э.н.
Иностранный раздел	Баранова Анастасия Викторовна, старший преподаватель
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Сборка клапана	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.09.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. каф. ТПМ, доцент	Пашков Е.Н.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Е	Мотасов Дмитрий Викторович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 90 с., 46 рис., 11 табл., 15 источников, 2 прил.

Ключевые слова: компрессор, клапан, газ, сепаратор, жидкость, примесь, режим
Объектом исследования является (ются) клапан компрессора JGZ/6

Цель работы – рассмотреть основную причину остановки компрессорной установки на ГКС Казанского НГКМ и предложить решение для минимизации данной поломки

В процессе исследования проводились обзор литературы, анализ и подбор

В результате исследования был подобран фильтр механической очистки и режим работы компрессора для устранения жидкости из газа.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: давление, температура, расход.

Область применения: газокомпрессорная станция Казанского НГКМ

Экономическая эффективность/значимость работы экономически выгодное решение для увеличения межремонтного периода.

В будущем планируется установка фильтра перед компрессорной установкой

В настоящей работе применены следующие сокращения:

КНГКМ – Казанское нефтегазоконденсатное месторождение;

ГКС – газокompрессорная станция;

КУ – компрессорная установка;

УПН – установка подготовки нефти;

ВК – винтовой компрессор;

ПК – поршневой компрессор;

ЦК – центробежный компрессор;

АВО – аппарат воздушного охлаждения;

УПТГ – установка подготовки топливного газа;

ПДК – предельно допустимые концентрации;

НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение;

ФОТ – фонд оплаты труда;

ИТР – инженерно-технический работник;

ПР – прибыль от реализации;

ЧДД – чистый дисконтированный доход;

ИД – индекс доходности;

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

ПШ – противогаз шланговый;

ПЛА – план ликвидации аварий;

ТБ – техника безопасности;

ГСМ – горюче-смазочные материалы;

ИП – извещатель пожарный;

ИПР – извещатель пожарный ручной;

ЧС – чрезвычайная ситуация

Содержание

Введение.....	11
1.Обзор литературы.....	12
1.1 Разновидности компрессорных установок.....	12
1.2. Устройство компрессорной установки и компрессора.....	15
2. Основные виды поломок и способы их ремонта.....	25
3. Основы работы клапанов.....	26
4. Сборка клапана.....	33
4.1 Седло.....	33
4.2 Ограничител.....	34
4.3 Демпферная пластина.....	35
4.4 Пластина клапана.....	36
4.5 Пружины.....	36
4.6 Направляющее кольцо.....	37
4.7 Болт.....	37
4.8 Контргайка.....	39
5. Диагностика.....	40
5.1 Изменение рабочих параметров.....	40
5.2 Жидкость в газе.....	43

5.3 Механические примеси.....	43
5.4 Изменение в работе вспомогательных систем.....	44
5.5 Неправильная установка/ремонт.....	45
6. Практическая часть.....	48
7.Экспериментальная часть.....	52
8. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	55
9. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	61
Заключение.....	77
Список литературы.....	78
Приложение А	79
Приложение Б.....	88

Введение

Доля природного газа, в удовлетворении растущих мировых энергетических потребностей, становится все выше. Газовая промышленность является важнейшей бюджетоформирующей отраслью экономики России. Самая молодая и динамично развивающаяся отрасль топливно-энергетического комплекса обеспечивает добычу, транспортировку, хранение и распределение природного газа, переработку попутного газа нефтяных месторождений, обеспечивая более 50 % внутреннего энергопотребления. Большая экономическая значимость газовой промышленности определяется тем, что добыча газа более чем в два раза дешевле добычи нефти и в пятнадцать раз дешевле добычи других углеводородов. Газ – идеальный источник энергии для коммунально-бытового хозяйства и многих отраслей экономики и производства.

Протяженность газопроводов, обслуживаемых дочерними и зависимыми предприятиями «Газпрома», составляет почти 690 тыс. км, т.е. 80% от общей длины газораспределительных сетей в России. Таким образом, длина всех газораспределительных сетей в России составляет около 765 тыс. км, что уже почти в 20 раз больше окружности Земли. [12] Но перед пуском газа по трубам его необходимо подготовить. Дело в том, что вместе с природным газом из скважины выходят различные примеси, которые могут испортить оборудование. Газ очищают от них несколько раз: непосредственно при выходе из скважины, в наземных сепараторах, а затем еще при транспортировке и на компрессорных станциях.

В данной работе будет рассмотрена основная причина остановки компрессорной установки на ГКС Казанского НГКМ и будут предложены решения для минимизации данной поломки

1. Обзор Литературы

1.1 Разновидности компрессорных установок

Компрессор - это устройство, задача которого увеличить уровень давления, а также сжатие воздуха или газа. На сегодняшний день на рынке представлены разные типы компрессоров, что позволяет подобрать компрессор нужной конструкции для конкретной цели. Газокомпрессорные Станции (ГКС) комплектуются компрессорами различных типов - винтовыми, центробежными, поршневыми. ГКС подразделяются на типы, в зависимости от их мощности, функционального назначения, особенностей конструкции, типа привода и других технических характеристик. Компрессорная станция может быть предназначена для сжатия различных сред. Газовые компрессоры предназначены для сжатия азота, пропан-бутана, кислорода. Воздушные - для подачи сжатого воздуха различным потребителям. В качестве привода компрессоров могут использоваться электродвигатели, газовые турбины и двигатели внутреннего сгорания. В зависимости от конструктивного исполнения, габаритов и эксплуатационных условий компрессорные станции можно разделить на стационарные и мобильные, по конструкции используемого привода - на станции со встроенным или внешним приводом. В зависимости от параметров подаваемого воздуха или газа (качества, объема, максимального давления) компрессоры делятся на разные категории. Конструктивно для некоторых типов ГКС требуется водяная или воздушная система охлаждения. [11]

Винтовые компрессоры (ВК)

Винтовые компрессоры имеют высокие эксплуатационные характеристики, простоту эксплуатации и обслуживания, надежность конструкции, относительно небольшие габариты и низкий уровень шума. По своим характеристикам, ВК (ротационные) существенно превосходят поршневые или центробежные компрессоры. На сегодняшний день, ГКС с ВК активно

используются в высокотехнологичных производственных процессах. Существует 2 конструктивных решения такой ГКС - с двойным или одинарным винтом. Главная особенность ВК - возможность обеспечения фиксированной степени сжатия газа. Необходимое рабочее давление обеспечивается геометрическими параметрами камеры сжатия. Современные ВК имеют несколько дискретных степеней сжатия, которые можно оперативно выбирать, исходя из имеющейся потребности. С целью повышения эффективности работы ВК и снижения потерь воздуха, используется впрыск масла в рабочий объем агрегата. Данная мера позволяет сохранять герметичность, обеспечивает должную смазку трущихся поверхностей, снижает шум, обеспечивает охлаждение электродвигателя компрессора холодильника вместе с используемым хладагентом - это особенно важно на последних ступенях сжатия. Это позволяет эффективно использовать ВК в пневмосистемах, с возможностью значительных колебаний температуры и давления.

ВК не требуют специального обслуживающего персонала, обладают небольшими эксплуатационными издержками, характеризуются высокой надежностью и долговечностью. Вследствие многообразия типоразмеров ВК успешно функционируют как на малых, так и на очень крупных производствах.

Недостатки винтовых компрессоров

Наличие точных механизмов требуют тщательного выполнения технических требований в процессе эксплуатации. Необходима масляная система с элементами охлаждения. При малой загруженности компрессора (1/5 номинальной мощности), на всасывающем участке существенно снижается КПД.

Поршневые компрессоры (ПК)

Поршневые компрессоры широко распространены на промышленных и добывающих предприятиях. ПК работают по принципу нагнетания сжатого

воздуха в цилиндрах посредством поршня, совершающего возвратно-поступательные движения. Преимуществом ПК является простота конструкции, что повышает надежность, и, как следствие, простота технического обслуживания. Любая деталь может быть заменена при необходимости ремонта достаточно быстро, что снижает время простоя в сравнении с другими компрессорами. ПК мобильны и могут производить сжатый воздух с очень высокими показателями давления.

Модификации ПК функционируют без подачи масла, что обуславливает высокую степень чистоты воздушных масс на выходе. Стоимость ПК ниже при прочих равных параметрах в сравнении с компрессорами других типов. Поршневые ГКС в отличие от винтовых ГКС в ряде случаев способны создать требуемое рабочее давление только путем 2-х ступенчатого сжатия.[4]

Недостатки ПК.

Уровень шума ПК достаточно высок. Для снижения уровня шума в конструкции ПК используется специальный кожух.

Центробежные компрессоры (ЦК)

Центробежные компрессоры работают, основываясь на принципе сжатия газов под воздействием центробежных сил. ЦК могут работать на 2-х и даже 4-х ступенях сжатия. Применяются ЦК преимущественно при необходимости получения больших объемов сжатого воздуха.

Конструкцию ЦК составляют ротор с симметричными рабочими колесами и корпус. 6 -ступенчатый ЦК делится на 3 отсека. Воздуху или смеси газов во время работы ЦК сообщается движение при помощи центробежных сил. Газ смещается к периферии рабочего колеса, сжимается и, одновременно с этим, приобретает определенную скорость движения. Далее, в кольцевом диффузоре происходит преобразование кинетической энергии в потенциальную. После этого воздух или другая смесь газов поступают в следующую ступень агрегата. Показатель максимального давления, которого

можно достичь на одной ступени определяется прочностью рабочих колес, способных допустить скорость до 280 м/сек. Потребляемая мощность, показатели давления и коэффициент полезного действия напрямую зависят от производительности ЦК.

Регулировать работу ЦК можно при помощи дросселирования газа на стороне всасывания или изменения частоты вращения ротора.

При выборе компрессорных станций необходимо тщательно анализировать условия эксплуатации, характеристики и параметры использования.[13]

На примере Казанского НГКМ Томскгазпрома рассмотрим компрессорную установку и 6-ти цилиндровый оппозитный компрессор Ariel JGZ/6

1.2. Устройство компрессорной установки и компрессора

Компрессорную установку образует комплект оборудования для эффективного и безопасного обеспечения сжатым воздухом (или другой рабочей средой) производственного предприятия в нужном объёме и качестве.

Кроме компрессоров в установку входят:

- 1) Муфта, предназначенная для передачи крутящего момента вала двигателя вала компрессора;
- 2) Трубопроводы нагнетания и всасывания;
- 3) Запорная, регулирующая, защитная арматура;
- 4) Системы снабжения водой и энергией;
- 5) Фильтры очистки рабочей среды, масла, охлаждающей воды;
- 6) Отделители жидкости (воды, масла, водомасляной смеси) – сепараторы;
- 7) Устройства охлаждения рабочей среды;
- 8) Воздухосборники и другие емкости-сосуды для сбора и распределения сжатой рабочей среды (воздуха);
- 9) Измерительные приборы для контроля режима работы оборудования.

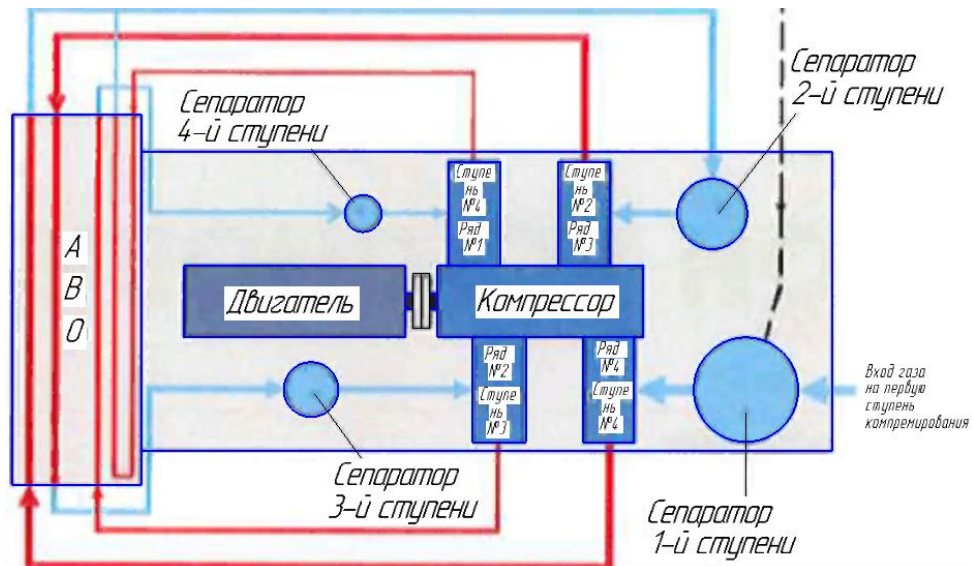


Рисунок 1- Схема типичного компрессорного агрегата

Ступени сжатия

Известно, что производительность компрессора зависит от степени сжатия газа в рабочих камерах. Степенью сжатия называется отношение давления газа после сжатия к давлению до сжатия. Чем больше степень сжатия, тем меньше производительность компрессора. При многоступенчатом сжатии степень сжатия газа в каждой ступени уменьшается, следовательно, производительность компрессора увеличивается.

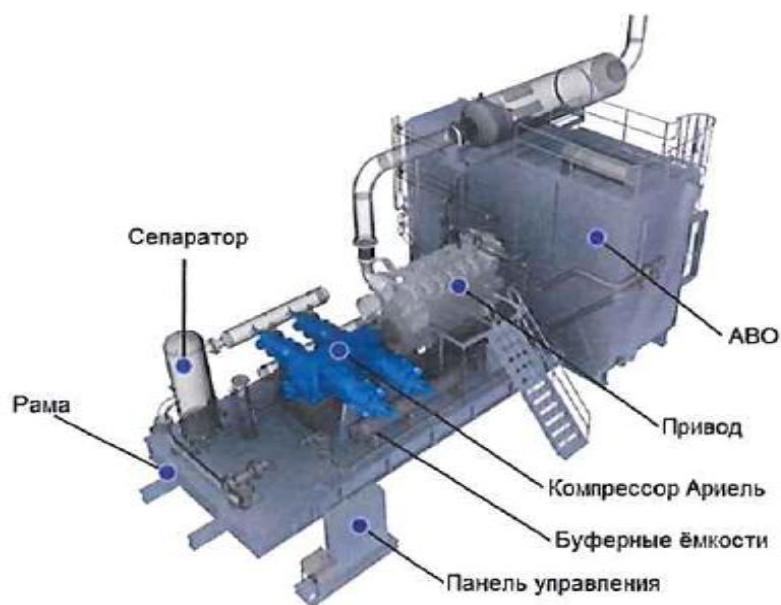


Рисунок 2- Ступени сжатия

Ступенью сжатия может быть один цилиндр или несколько цилиндров, соединенных параллельно. Цилиндры могут быть соединены последовательно для осуществления многоступенчатого сжатия. Сепаратор и предохранительный клапан обязательны на входе в каждую ступень сжатия. Во время сжатия давление и температура газа будут повышаться. Ступень сжатия ограничена максимально допустимой рабочей температурой и максимально допустимыми нагрузками на шток. Аппарат охлаждения газа используется после каждой ступени сжатия газа с целью его охлаждения.

Рама агрегата

Каждый элемент КУ имеет свою частоту свободных колебаний, которая зависит от его массы и жесткости. Если частота свободных колебаний системы элементов находится в пределах или кратна двум частоты вращения вала КУ, то возникает резонанс, рама тем самым сглаживает эти колебания. Задача конструкторов обеспечить частоту свободных колебаний рамы КУ меньше 0,8 или больше 2,4 раз от максимальной частоты вращения вала КУ.

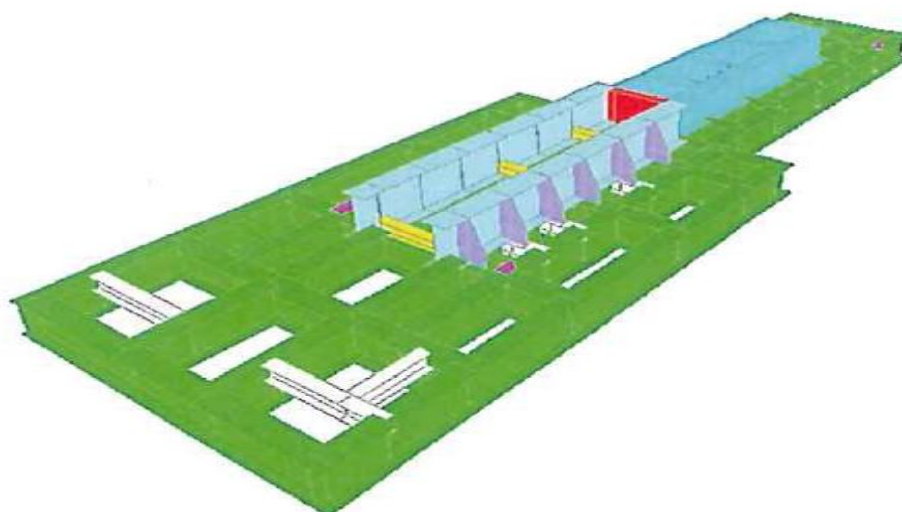


Рисунок 3- Рама агрегата

Функции рамы на которой установлен агрегат:

– Служить опорой основного и вспомогательного оборудования;

- Воспринимать, передавать и равномерно распределять вибрационные силы от основного и вспомогательного оборудования на фундамент;
- Обеспечивать жесткость между приводом и компрессором;
- Допускать подъем и перемещение агрегата.

Виды приводных двигателей

Конструкция поршневых компрессоров позволяет использовать наиболее подходящий для конкретного объекта тип привода: газовый двигатель, электродвигатель, газовую турбину или дизельный двигатель.



Рисунок 4-Caterpillar

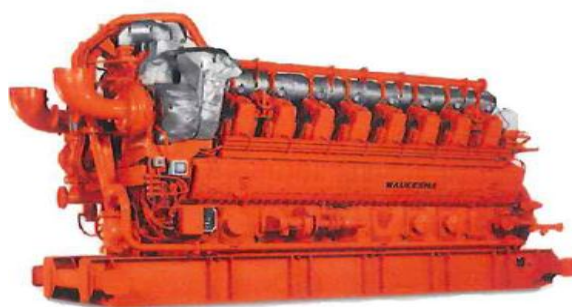


Рисунок 5- Waukesha



Рисунок 6-Электродвигатель



Рисунок 7- Газовая турбина

Caterpillar представляет собой газовый шестнадцати цилиндровый V образный двигатель, мощность которого достигает 3,5 МВт при 1000 об./мин..

Waukesha – это дизельный двигатель с шестнадцатью цилиндрами расположенными V образно. Его мощность равна 7,5 МВт при 1000 об./мин..

Электродвигатель имеет ряд преимуществ перед газовыми и дизельными двигателями, а именно: имеет мощность равную двигателю Caterpillar, не требует частого обслуживания и для его работы не требуются топливо.

Газовая турбина имеет большую мощность, простоту в обслуживании, она в полтора раза короче, относительно двигателей внутреннего сгорания и в два раза легче.

Виды применяемых муфт

В последние годы российский рынок насосо- и компрессоростроения интенсивно развивается, и для отечественных предприятий достаточно актуальным является вопрос о выборе муфты. Тем более что для комплектации компрессоров и насосов с приводами от электродвигателя или дизеля производится довольно широкий модельный ряд муфт, а также предлагаются нестандартные решения для выполнения сложных задач.

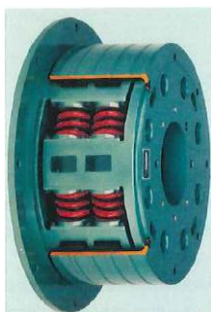


Рисунок 8- Упругая муфта с винтовыми



Рисунок 9-Дисковая полужесткая муфта

Предлагаемый рынком ассортимент приводной техники разнообразен. Если взять только муфты для нагнетательного оборудования, то сами они подразделяются на несколько видов – от упруго-крутильных до жестких ламельных (их еще называют «пластинчатыми»). Причем и внутри этих групп есть существенные различия между моделями по способам их изготовления, обработки, применяемым материалам. На рассматриваемой

компрессорной установке привод двигателя и компрессора соединён дисковой полужесткой муфтой.

Сепаратор

Сепаратор – аппарат, производящий разделение продукта на фракции с разными характеристиками. Сепараторы обязательны на входе в каждую ступень сжатия. В процессе работы любого сепаратора не происходит изменения химического состава разделяемых веществ. Качества, отличающие продукты сепарации, не обязательно должны совпадать с признаками, по которым разделяют смесь в сепараторах. В работе сепаратора принимает участие множество отдельных мелких частиц, среди которых встречаются частицы с промежуточными свойствами по отношению к необходимым признакам. Из исходной смеси после промышленных сепараций не могут получиться абсолютно чистые фракции разделяемых компонентов, только продукты с преобладающим их содержанием.

Назначение сепаратора – удалять любые жидкости и механические примеси из потока газа перед тем, как он попадает в цилиндры компрессора. Автоматический сливной клапан используется для удаления жидкости из сепаратора. Аварийный останов по высокому уровню жидкости в сепараторе используется для защиты компрессора, если не сработал автоматический сливной клапан.

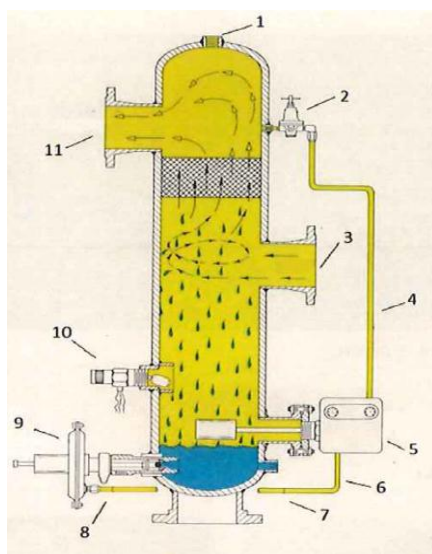


Рисунок 10- Типовое устройство сепаратора

1 – Место установки предохранительного клапана, 2 – Регулятор, 3 – Сторона входа газа, 4 – Линия отбора управляющего газа, 5 – Контроллер, 6 – Управляющее давление, 7 – Место подсоединение ручного слива, 8 – Дренажный патрубок, 9 – Клапан, 10 – Датчик уровня жидкости поплавкового типа, 11 – Сторона выхода газа.

Сепаратор должен быть оборудован смотровым стеклом для визуального контроля жидкости во время работы. Смотровое стекло может быть отличным инструментом для диагностики системы сброса жидкости.

Буферные емкости

Буферные емкости являются акустическими фильтрами. Высокие акустические пульсации могут привести к повышению вибрации в цилиндрах, раме, трубопроводной обвязке и прочем оборудовании. Перед попаданием газа в рабочую полость цилиндра через всасывающие клапаны газ аккумулируется в буферных емкостях.



Рисунок 11- Буферная емкость

По результатам акустических расчетов определяют конструкцию буферных емкостей и других акустических фильтров, трассировку

трубопроводов и расположение трубопроводной арматуры, расстановку и тип опор трубопроводов и др.

Аппарат воздушного охлаждения

Аппарат воздушного охлаждения (АВО) предназначен для охлаждения газа после процесса сжатия в цилиндрах компрессора. АВО относятся к теплообменным поверхностным аппаратам. Охлаждаемый технологический продукт движется внутри биметаллических оребренных труб, передавая через их стенки теплоту охлаждающему агенту. В качестве охлаждающего агента используется атмосферный воздух.

Изготавливаются аппараты воздушного охлаждения следующих типов:

- АВГ – горизонтальные;
- АВЗ – зигзагообразные;
- АВМ – малопоточные;
- Блочные конструкции аппаратов;
- Аппараты с рециркуляцией нагретого воздуха.



Рисунок 12- Аппарат воздушного охлаждения

Аппараты могут быть укомплектованы колесами вентиляторов из композитных материалов, а электродвигатели - преобразователями частоты

вращения. Использование преобразователей частоты приводит к снижению электропотребления и упрощению конструкции колес вентиляторов за счет исключения установки пневмопривода для автоматического регулирования угла установки лопастей. При этом исключаются затраты на сезонное обслуживание колес вентиляторов.

Поршневой компрессор

В поршневом компрессоре ряды располагаются в порядке получения энергии от привода. Ряд – это расположение на коленвале, где устанавливаются один шатун и одна цилиндропоршневая группа. Один ряд может иметь максимум два поршня на одном штоке (тандем). Ряд также может быть пустым.

Основные компоненты:

- Станина, в которой устанавливается коленвал и шатуны;
- Фонари с направляющими крейцкопфа и крейцкопф;
- Поршневые штоки и поршни;
- Цилиндры;
- Клапаны;
- Разгрузочные устройства.

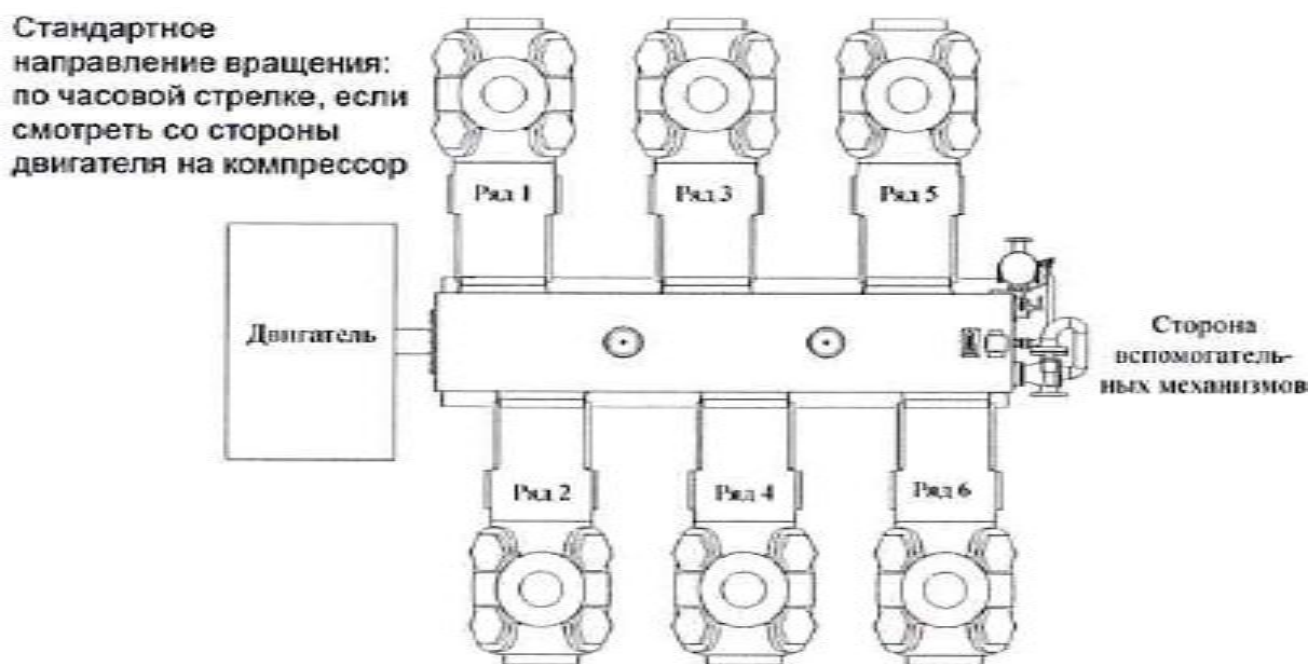


Рисунок 13- Поршневой компрессор

Станина является основной несущей частью компрессора и служит базой для монтажа, связывает кривошипно-шатунный механизм и цилиндропоршневые группы. Станина имеет прямоугольную форму коробчатого сечения, изготовлена литьем (из чугуна), в поперечных стенках имеются постели для подшипников, у продольных стенок снаружи присутствуют фланцы для крепления направляющих. [6,8,14]

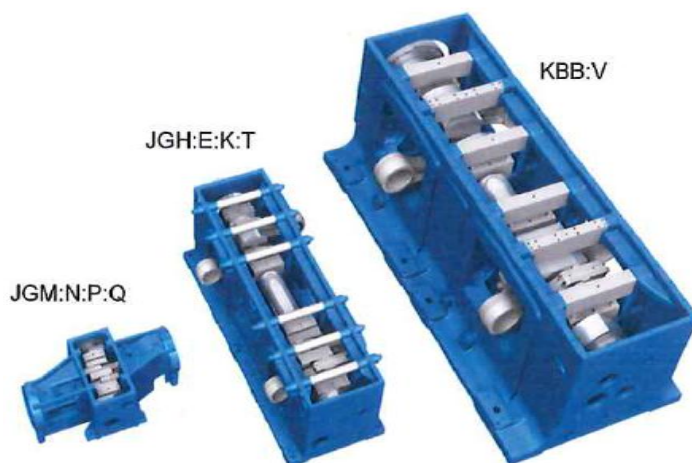


Рисунок 14- Станина компрессора

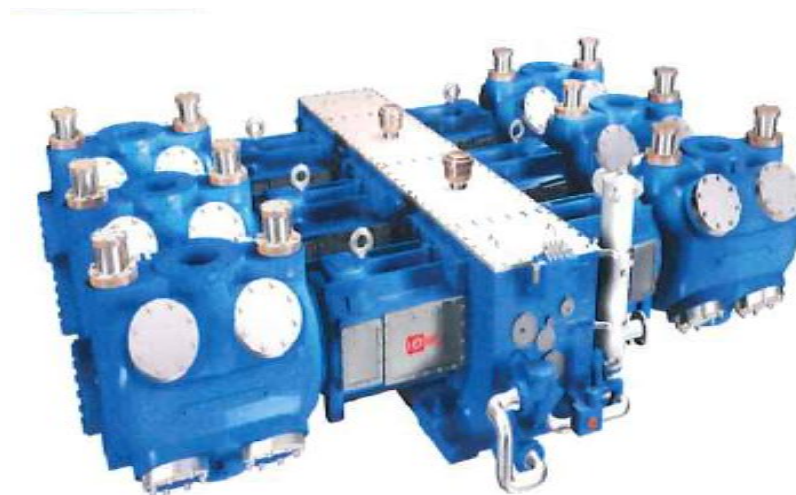


Рисунок 15- Вид компрессора в сборе

2. Основные виды поломок и способы их ремонта

Если посмотреть на статистику возникновения внеплановых остановок (см. рисунок 16) поршневых компрессоров, то можно увидеть, что клапаны компрессора, на сегодняшний день, наиболее уязвимые его узлы.



Рисунок 16- Статистика возникновения внеплановых остановок поршневых компрессоров.

Стандартные технологии клапанных компрессоров просто-напросто достигли физических пределов применимости. Если 15-20 лет назад на большинстве газовых месторождениях использовались компрессоры мощностью не более 5-10 МВт, то сегодня же поставляются новые компрессоры, рассчитанные на мощность до 18 МВт. Высокоскоростные компрессоры природного газа до сих пор считаются недостаточно надежными с точки зрения срока службы клапанов, продлить который удастся только за счет менее эффективной работы клапана.

3. Основы работы клапанов

Клапана открываются и закрываются в результате изменения давления. Поршень перемещается, сжимая газ до давления большего, чем давление в трубопроводе нагнетания. Клапан открывается в результате создаваемого перепада давлений. Далее, в конце хода поршня, давление в цилиндре падает и клапаны закрываются до того, как поршень начнет движение в обратную сторону.

В тоже время, с другой стороны поршня газ расширяется и давление в цилиндре падает ниже давления во всасывающем трубопроводе. Клапан открывается в результате создаваемого перепада давлений и в цилиндр поступает новая порция газа. Клапан закрывается перед изменением направления хода поршня.

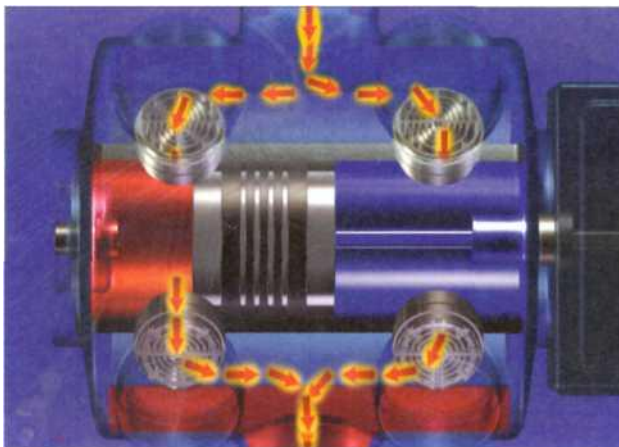


Рисунок 17- Цилиндр в разрезе

На рисунке 17 изображен цилиндр в разрезе, в котором показано течение газа, по мере сжатия его поршнем от давления всасывания до более высокого давления нагнетания.

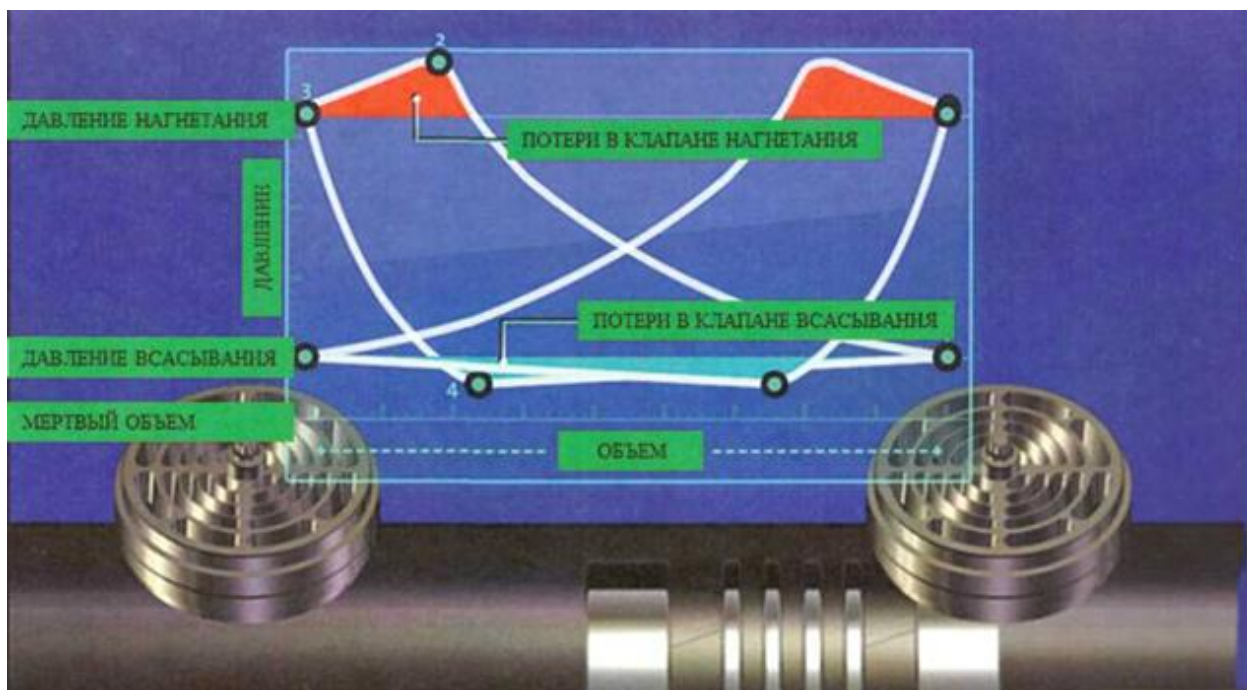


Рисунок 18- Диаграмма

На рисунке 18 показана индикаторная диаграмма, отражающая изменение давления в зависимости от положения поршня и моменты открытия и закрытия клапанов.

Правильная работа клапанов

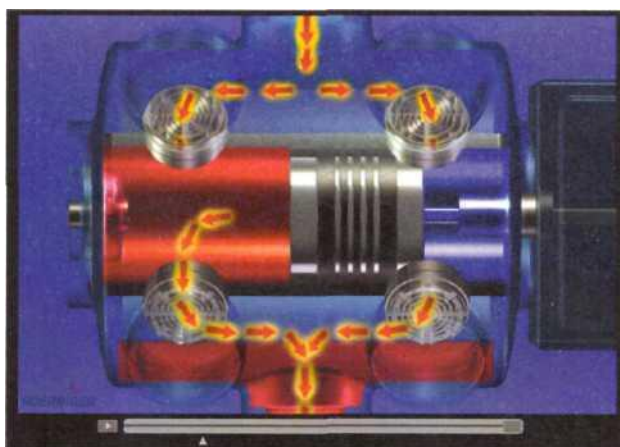
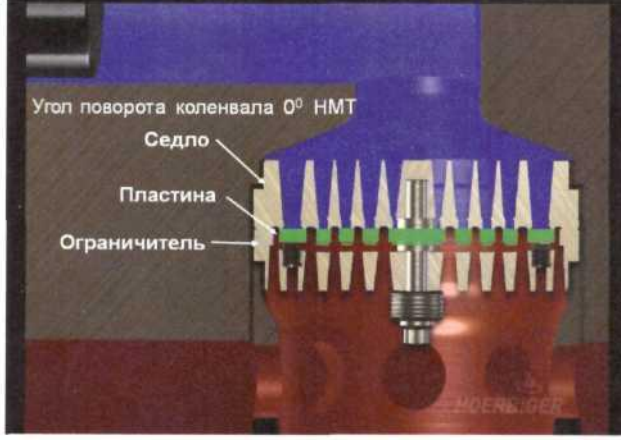
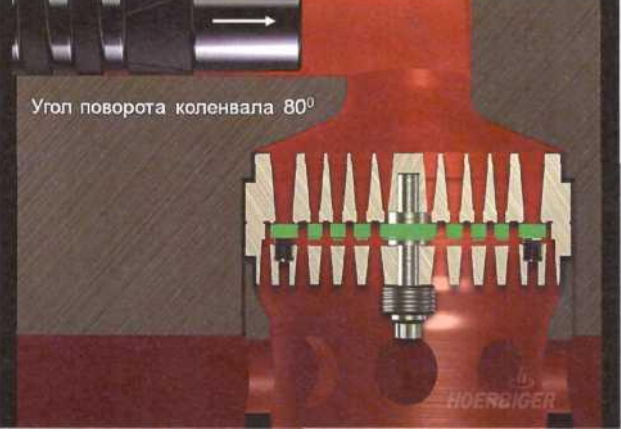



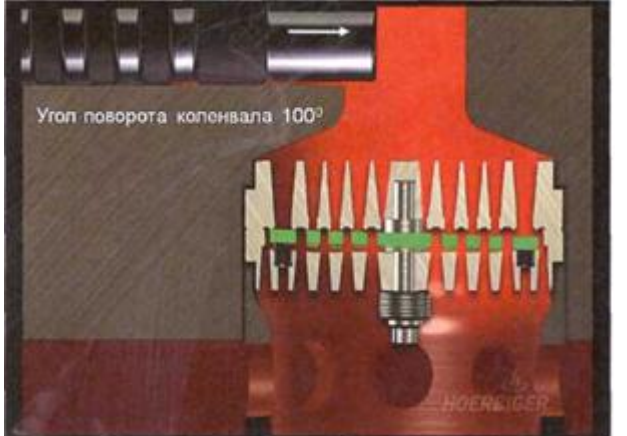

Рисунок 19- Движение газа в цилиндре

Для лучшего понимания правильной работы, будет рассмотрен процесс открытия/закрытия клапана фирмы HOERBIGER. На рисунке 19 красным цветом указаны области, где газ находится под высоким давлением нагнетания, синим - под низким давлением всасывания.

В каждом конкретном случае клапана будут открываться и закрываться в разное время. Далее будет рассмотрен один из вариантов работы клапана таблица 1.

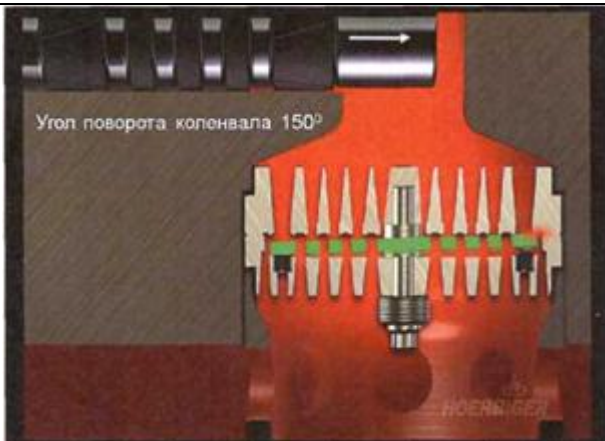
Таблица 1-Работа клапана

 <p>Угол поворота коленвала 0° НМТ</p> <p>Седло</p> <p>Пластина</p> <p>Ограничитель</p>	<p>На изображении показан узел нагнетательного клапана в разрезе. В данной конструкции клапан имеет максимальное количество каналов для увеличения пропускной способности. Пластина находится в закрытом положении. В полости цилиндра давление всасывания, в газовых каналах - давления нагнетания, эти две полости разделены пластиной клапана.</p> <p>Поршень начинает движение к "внутренней" мертвой точке, начинается цикл сжатия газа.</p>
 <p>Угол поворота коленвала 80°</p>	<p>Поршень переместился, угол поворота коленвала 80 градусов.</p> <p>Газ в цилиндре сжат до давления в трубопроводе нагнетания, таким образом, давление с обеих сторон пластины клапана стало одинаковым, но клапан все еще закрыт.</p> <p>Из-за того, что пластина прижата к седлу, площадь, на которую действует давление газа со стороны полости цилиндра меньше площади</p>

	<p>со стороны трубопровода. Из-за этой разницы площадей на пластину действуют силы разной величины и она остается в закрытом положении.</p>
	<p>Поршень переместился, угол поворота коленвала 95 градусов.</p> <p>Давление в полости цилиндра слегка превышает давление в линии нагнетания, сила, действующая на пластину, увеличивается и клапан открывается.</p>
	<p>Угол поворота коленвала 100 градусов.</p> <p>Обратите внимание, что пластина открывается неравномерно из-за различной скорости движения газа, что создает разные усилия на разные стороны пластины.</p>
	<p>Угол поворота коленвала 110 градусов.</p> <p>Давление со всех сторон пластины клапана выравнивается и она принимает полностью открытое положение. Величина подъема пластины достаточно велика, чтобы максимально увеличить пропускную способность, но недостаточно велика, чтобы образовывались высокие</p>

нагрузки при закрытии.

Газ проходит через седло клапана, мимо пластины и через ограничитель. Чем меньше сопротивление потоку газа, тем лучше (меньше требуемая мощность двигателя). Можно видеть, что с обеих сторон пластины действует одинаковое давление (большее, чем давление в трубопроводе нагнетания).

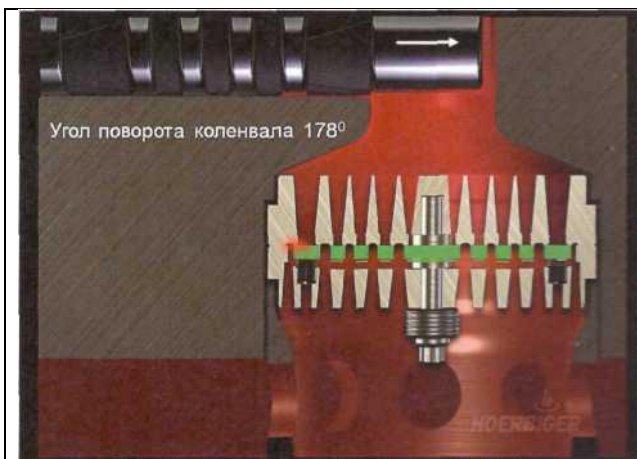


Поршень продолжает движение, угол поворота коленвала 150 градусов.

В конце хода поршень замедляется и, соответственно, скорость газа и его количество уменьшаются.

По мере истечения газа из рабочей полости цилиндра, перепад давлений через клапан уменьшается. В некоторый момент сила, создаваемая перепадом давлений, становится меньше усилия пружин и пластина клапана начинает закрываться.

Из-за неравномерности потока, как объяснялось ранее, пластина прижимается к седлу только одной стороной.



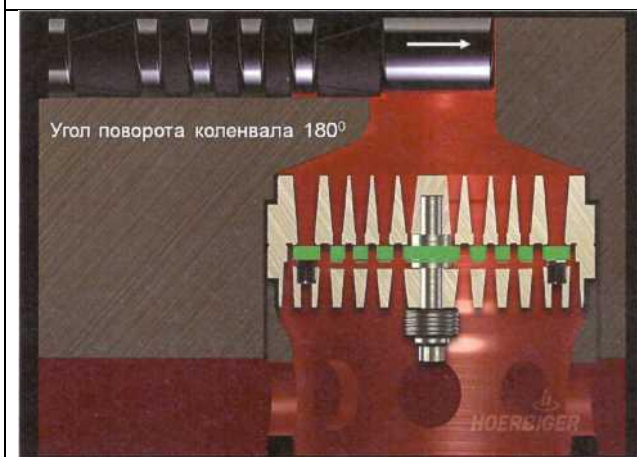
Угол поворота коленвала 178 градусов.

Клапан полностью закрыт. Сила удара пластины о седло мала, т.к. перепад давлений незначителен.

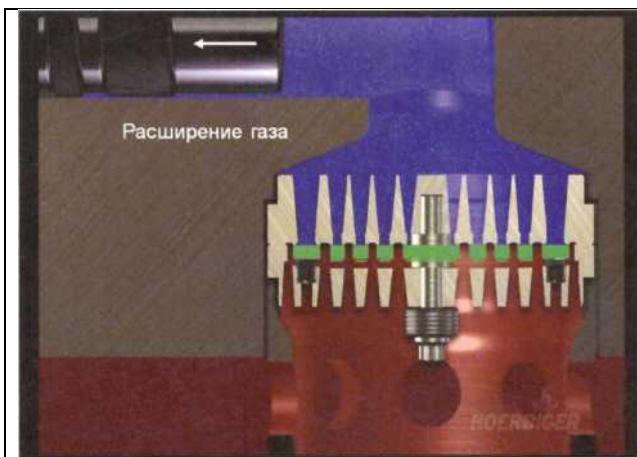
Но при позднем закрытии клапана сила удара может быть гораздо больше. При этом давление в цилиндре резко упадет ниже давления в трубопроводе нагнетания.

Нормальное закрытие клапана — при угле поворота коленвала 160-180 градусов, но не позже.

При слишком большом подъеме пластины клапана не только увеличится время его закрытия, но и возрастут силы удара пластины о седло.



Цикл сжатия завершен. При закрытии клапана мы не увидели ни колебаний, ни вибраций пластины.



Теперь начинается цикл всасывания. Теперь поршень движется назад к "внешней" мертвой точке. Газ, оставшийся в мертвом пространстве, быстро расширяется и давление в цилиндре падает.

Дальнейшее падение давления в цилиндре ниже давления в трубопроводе всасывания вызывает открытие всасывающего клапана и в цилиндр поступает новая порция газа.

Цикл повторяется.

В компрессоре, работающем с частотой вращения 1500 об/мин, полный цикл в 360 градусов повторяется каждые 0,04 или $1/25$ секунды, при этом клапан открывается и закрывается каждые 0,02 или $1/50$ секунды. [7,8]

4. Сборка клапана

Общий вид



Рисунок 20- Клапан типа СТ

Рисунок 20- наиболее распространенная конструкция клапанов, применяемых в цилиндрах компрессоров Ариель. Конструкция клапанов СТ является базовой для других типов клапанов.

4.1 Седло



Рисунок 21- Седло

Седло воспринимает все нагрузки создаваемые перепадом давлений на клапане.

Каналы клапана должны быть максимально гладкими и широкими для того, чтобы уменьшить турбулентное течение и увеличить пропускную способность.

Уплотнение происходит при контакте пластины клапана и седла. Уплотнительная поверхность седла должна быть достаточно большой, чтобы обеспечить хорошее уплотнение и достаточно узкой, чтобы уменьшить "прилипание" пластины к седлу и обеспечить быстрое открытие клапана.

4.2 Ограничитель

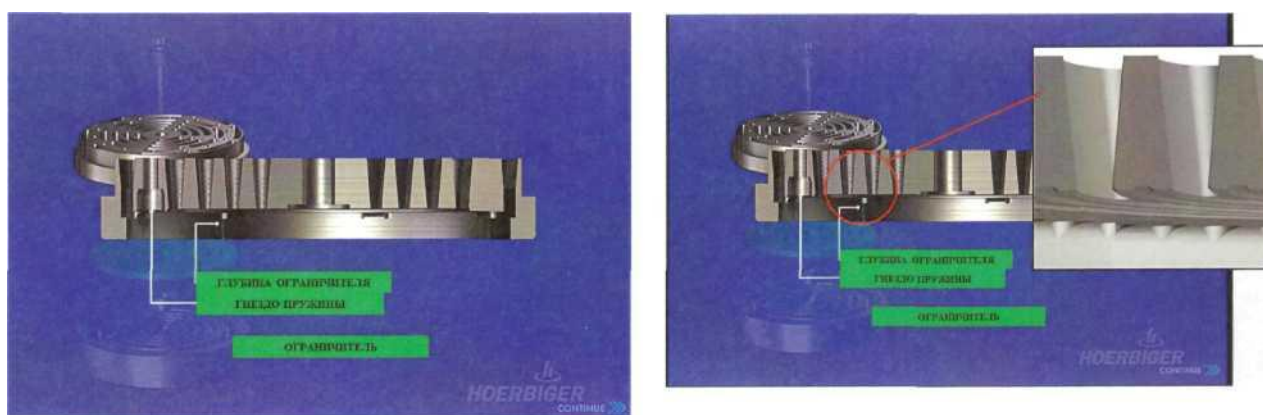


Рисунок 22- Ограничитель клапана

Ограничитель клапана — в нем размещаются пружины и пластина. Величина подъема пластины определяется глубиной ограничителя.

Величина подъема пластины должна быть достаточной для обеспечения требуемой производительности, но и достаточно маленькой для уменьшения силы удара пластины о седло при закрытии клапана.

На ограничитель действуют меньшие силы, чем на седло, поэтому он имеет меньшую толщину.

Каналы должны быть достаточно широкими, чтобы не создавать дополнительного сопротивления потоку.

4.3 Демпферная пластина



Рисунок 23- Демпферная пластина

"Демпферная" пластина устанавливается между ограничителем и пластиной клапана для уменьшения эффекта прилипания пластины клапана к ограничителю. Эффект прилипания возникает из-за большого количества масла на пластине клапана и ограничителе. Это приводит к позднему закрытию.

Было установлено, что "демпферная" пластина в больших клапанах, в некоторых случаях, может генерировать сильные вибрации, что приводит к уменьшению ресурса клапана.

Так как "демпферная" пластина удалена, чтобы уменьшить эффект прилипания, в ограничителе вделаны проточки для уменьшения площади контакта.

Так же была увеличена толщина пластины и глубина ограничителя для сохранения величины подъема клапана.

4.4 Пластина клапана



Рисунок 24- Пластина клапана

Пластина клапана перемещается в одном направлении открывая клапан, и в обратном - закрывая его. Уплотнение происходит при контакте пластины с седлом.

Главные требования к пластине клапана (к материалу): минимальный вес и максимальная упругость. Эти параметры важны для уменьшения силы удара пластины о седло при закрытии.

На пластину клапана влияют: давление, скорость потока, молекулярный вес газа.

4.5 Пружины

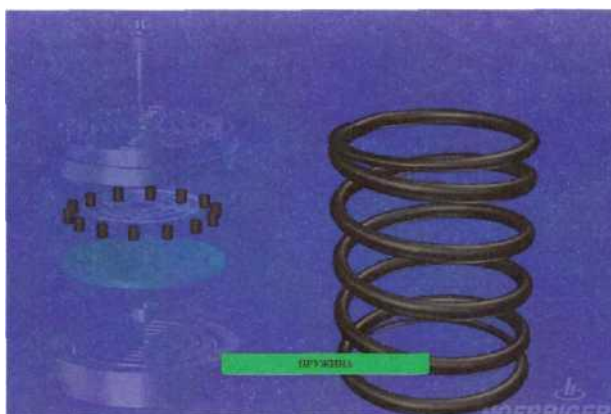


Рисунок 25- Пружина

Пружины расположены по внешнему диаметру пластины для создания равномерной опоры.

4.6 Направляющее кольцо



Рисунок 26- Направляющее кольцо

Направляющее кольцо

- Обеспечивает прямолинейное движение пластины клапана.
- Устанавливает величину подъема пластины клапана.
- Центрирует седло и ограничитель.
- Создает опору в центральной части клапана.

4.7 Болт

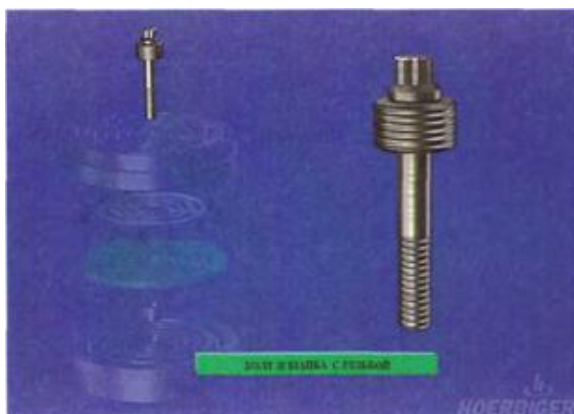
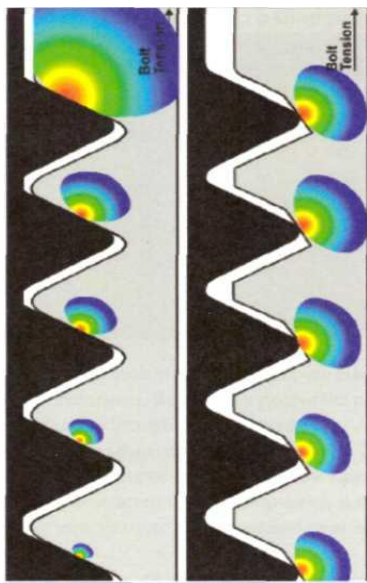


Рисунок 27- Болт

Болт обеспечивает стяжку седла и ограничителя с необходимой силой.

Шайба с резьбой устанавливается под головку болта для облегчения установки клапана.



1) Стандартная резьба.

В стандартном резьбовом соединении действуют осевые нагрузки, что увеличивает вероятность среза, особенно при использовании мягких материалов.

2) Резьба Spiralok.

В резьбе данной конструкции нагрузка между витками распределяется более равномерно, что значительно увеличивает прочность резьбового соединения.

Рисунок 28- Эпюра усилий на резьбу

Все седла СТ клапанов имеют резьбу типа Spiralock. Такое исполнение резьбы позволяет более равномерно распределить нагрузку между витками. Также данная резьба предотвращает самопроизвольное ослабление болтового соединения.

Основные конструкции клапанов

Безопасное исполнение

"Подвесное"

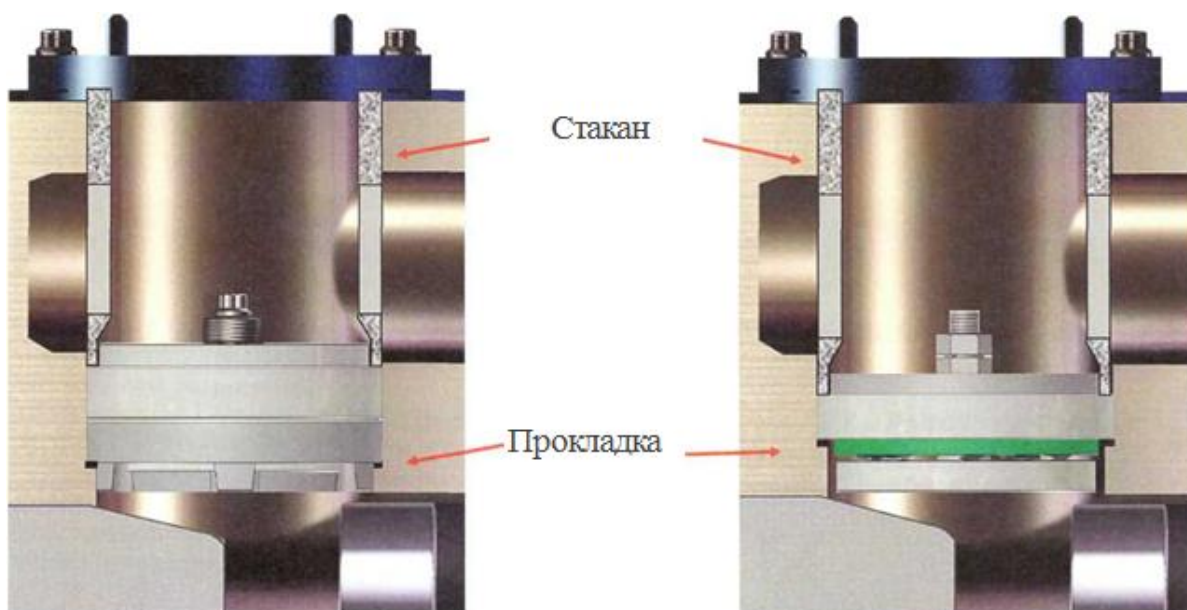


Рисунок 29- Конструкция клапана

Ограничитель в "безопасном" исполнении имеет выступ, которым он опирается на посадочную поверхность в клапанном кармане.

В данном исполнении ограничитель не отделится от седла в случае поломки стяжного болта или ослабления гайки.

В данной конструкции используется болт с 12-гранной головкой и резьбой Spiralock®.

"Подвесное" исполнение ограничителя.

Клапан упирается седлом на гнездо клапана.

В данной конструкции вместо болта используется шпилька и двойная контргайка Дрейка.

В зависимости от исполнения ограничителя стакан клапана будет иметь различную длину.

4.8 Контргайка

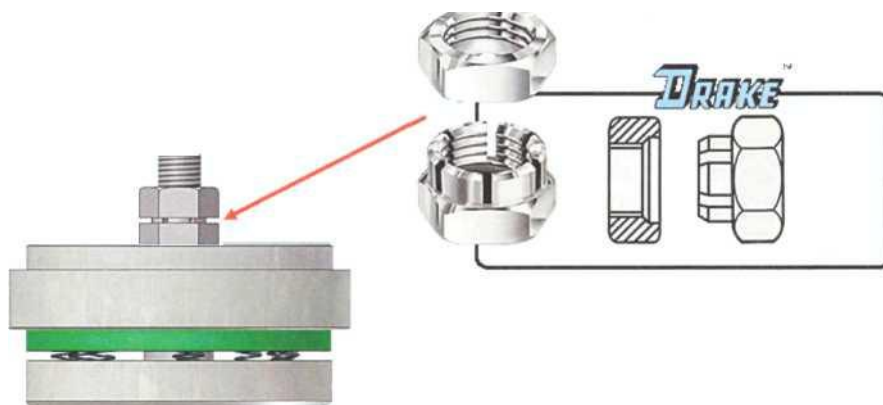


Рисунок 30-Контргайка

5. Диагностика

5.1 Изменение рабочих параметров

Существует ограниченное число причин поломки клапанов.

Основное количество этих причин связано с изменением рабочих параметров. Номер один - изменение давлений. Также распространенными причинами поломки клапанов являются: выпадение конденсата, загрязнение газа, пульсации газового потока.

В зависимости от вышеперечисленных факторов, конструкция клапана может быть изменена путем замены пружин и пластин.



Рисунок 31- Пластина

Неполадки в работе клапана – изменение рабочих параметров

Симптомы: Поломка пластин по наружному диаметру. Глубокие вмятины и царапины на седле.

Причина: Позднее закрытие. Неверный подбор пружин.

Первоначальная причина: изменение рабочих параметров

Решение проблемы: Обратиться в Ариель или к пэкиджеру для пересчета клапанов на новые параметры.

Изменить конструкцию клапанов в соответствии с новыми расчетами



Рисунок 32- Поломка пластины по наружному диаметру

На рисунке 32 показана типичная поломка клапана. Из-за неравномерности потока через пластину при закрытии она сначала ударялась одной стороной о седло, а затем закрывалась полностью.

Из-за неравномерного закрытия нагрузка на внешнее кольцо пластины превышала допустимую, в результате чего произошла поломка пластины с более нагруженной стороны.

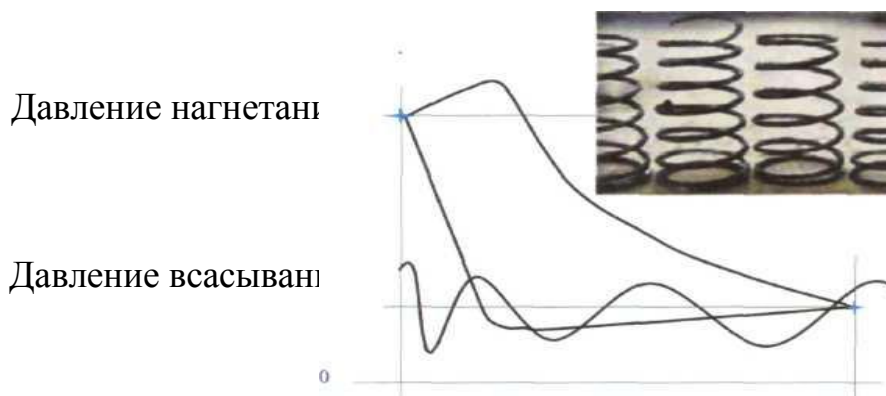


Рисунок 33- Пружина

На рисунке 33 показаны изношенные пружины.

Пульсации газа могут вызвать поломки клапанов. Пульсации также могут вызвать перенасыщение цилиндра газом либо недостаточное его заполнение.



Рисунок 34- Вибрация пластины из-за высокой нагрузки от пружин



Рисунок 35- Пластина клапана

Симптомы: Поломка пластин по внутреннему диаметру, поломка пружин, поломка корпуса клапана.

Причина: Образование конденсата, выпадение конденсата перед компрессором, попадание горячего газа в холодный цилиндр, жидкость в газе.

Первоначальная причина: Несоответствующий контроль температуры газа, неполная сепарация конденсата.

Решение причины:

- Чаще дренировать сепараторы
- Пересмотреть температуру межступенчатого охлаждения газа
- Термоизоляция всасывающего трубопровода
- Заменить сепараторы

5.2 Жидкость в газе



Рисунок 36- Пластина

Это нетипичная поломка, так как она не была вызвана перегрузками при закрытии. Это случилось в результате прохождения через клапан жидкости или механических примесей.

Изменение подъема клапана или замена пружин не решит данную проблему.

5.3 Механические примеси



Рисунок 37- Пластина

Грязь или окалина после сварки в трубопроводной обвязке может привести к износу уплотнительных поверхностей клапана. Данную пластину невозможно отремонтировать.



Рисунок 38- Седло клапана

Повреждения данного клапанного седла были вызваны механическими примесями в газе. Его можно отшлифовать и отполировать.

5.4 Изменение в работе вспомогательных систем

Избыток смазки - основная причина поломки клапанов. Прилипание пластины приводит к позднему закрытию; масло попадает в цилиндр из сепараторов.

При загрязнении труб АВО уменьшится перепад температур между ступенями. Увеличение температуры всасывания приведет к увеличению температуры нагнетания, что потребует замены материала пластин.

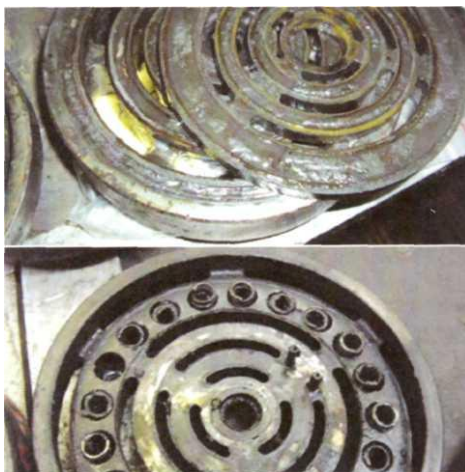


Рисунок 39 Клапан

На рисунке 39 фотографии клапанов, работавших с грязным газом, излишней смазкой и/ или жидкостью в газе. Это приводит к сильным

ударным нагрузкам на пластину при закрытии из-за прилипания пластины к ограничителю.

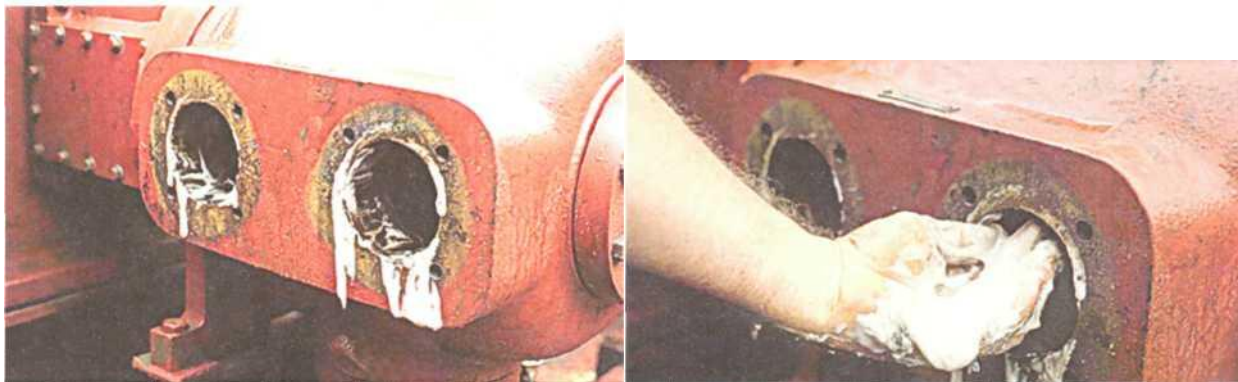


Рисунок 40- Цилиндра компрессора

На рисунке 40 фотографии цилиндра компрессора, используемого для бурения с продувкой воздухом. Первой ступенью сжатия служит винтовой компрессор. Белая пена - смесь масла из винтового компрессора и воды, содержащейся в воздухе.

На данном слайде отображена важность правильного подбора сепараторов.

5.5 Неправильная установка/ремонт



Рисунок 41- Клапан



Рисунок 42- Седло клапана

Стяжные болты и контргайки стяжных шпилек должны быть затянуты необходимым моментом. Значения моментов затяжки клапанных болтов указаны в руководстве по эксплуатации и в ER-63, не правильный момент привел к поломке рисунок 41.

Рисунок 42, седло этого клапана зажимали в тисках, в результате чего оно могло деформироваться. Это может привести к проблемам с установкой или извлечением клапана. Также зажимая седло клапана в тисках можно создать в нем внутренние напряжения, что приведет к поломке при циклическом нагружении.

Также обратите внимание на то, что ограничитель установлен "вверх ногами", в клапане много металлической стружки, отсутствует верхняя часть контргайки Дрейка, и повреждены верхние витки резьбы шпильки.



Рисунок 43- Седло

Поломка клапанного седла (рисунок 43) произошла из-за превышения момента затяжки болтов крышки клапана и излишнего количества прокладок под клапаном.

Используйте моменты затяжки рекомендуемые Корпорацией Ариэль. Затягивайте все болтовые соединения моментами, рекомендуемыми Корпорацией Ариэль. Превышение этих значений может привести к поломке деталей.



Рисунок 44- Клапанный стакан

Поломка или деформация клапанного стакана со стороны контактирующей с клапаном (рисунок 44) указывает на перетяжку болтов клапанной крышки. Если стакан клапана не вынимается легко - следует заменить стакан и все болты клапанной крышки. Если перетянут хотя бы один болт, то скорее всего остальные болты тоже перетянуты. Если сломан хотя бы один стакан клапана, то есть вероятность того, что остальные стаканы и болты клапанных крышек могут в скором времени отказать и должны быть заменены. Несоблюдение этих правил может привести к серьезным авариям, травмам или смерти операторов.

6. Практическая часть

Компрессорная установка была остановлена по причине роста температуры нагнетания газа после 3-го цилиндра 1-й ступени. Компрессор ARIEL JGZ/6, имеет наработку 32000 часов. Были демонтированы все нагнетательные клапаны 3-го цилиндра и выборочно - остальных цилиндров. Внешне клапаны выглядели нормально, с небольшим налетом черного цвета со стороны нагнетания.

В результате внутреннего осмотра было обнаружено, что все седло в зазубринах и клапанная тарелка к нему плотно не прилегает.

Причиной повреждения данного клапанного седла были вызваны механическими примесями в газе. Его можно отшлифовать и отполировать.

Что бы избежать таких поломок требуется установка на входной трубе в компрессорную установку фильтра механической очистки газов (ФСГ).

Фильтр подбирался под конкретные параметры газа и установки:

Назначение фильтра: фильтр грубой очистки;

Место установки: Вне помещения;

Ограничение по габаритным размерам: без ограничений;

Режим работы: Постоянный;

Средняя температура наиболее холодной пятидневки: -35°C ;

Абсолютная минимальная температура: -20°C ;

Рабочее давление: 0,39-0,41 МПа;

Рабочая температура: 18°C .

Был выбран фильтр попутного нефтяного газа фирмы ООО "Ансер-Продакшн"

Параметры фильтра указаны в таблице 2.[15]

Таблица 2- Параметры клапана

Рабочее давление, МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$)	0,45 (4,5)
--	------------

Расчетное давление, МПа (кгс/см ²)	1,0 (10)
Пробное давление гидравлического испытания, МПа (кгс/см ²)	1,25 (12,5)
Рабочая температура среды, °С	от 4 до 20
Расчетная температура стенки, °С	20
Минимально допустимая отрицательная температура стенки, °С	минус 41
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	от 110 до 250

Фильтр сетчатый вертикальный цилиндрический диаметром корпуса от Ду 250 до 1000 мм. Фильтр предназначен для защиты насосного и других видов, оборудования от попадания механических примесей при перекачивании по трубопроводам жидкости в технологических установках нефтеперерабатывающей, нефтехимической и тазовой отраслей промышленности при температуре среды от минус 60 до 200 °С.

Номинальная тонкость фильтрации от 110 до 250мкм.

Фильтры сетчатые вертикальные представляют собой вертикальный цилиндрический аппарат со штуцерами для подключения соответствующих технологических трубопроводов, приборов КИПиА и размещенным в нем сетчатым фильтрующим элементом виде цилиндра.

Для удобства обслуживания промывки или замены фильтрующего элемента фильтр снабжен крышкой с подъемно-поворотным устройством.

Фильтр сетчатый вертикальный работает следующим образом.

Загрязненная жидкость при входе в корпус сталкивается с фронтальной перегородкой и разделяется на два потока. При этом крупные частицы механических примесей оседают в нижней части корпуса. Фильтруемая жидкость двумя встречными потоками входит внутрь фильтрующего элемента.

Под действием гравитационных сил происходит частичное оседание твердых частиц в нижнюю часть корпуса. Остальная часть механических примесей оседает на сетке фильтрующего элемента. Отфильтрованная жидкость попадает в кольцевую камеру, образованную вертикальной перегородкой и наружной поверхностью фильтрующего элемента, закреплённого герметически в верхней и нижней горизонтальных перегородках и через штуцер выхода направляется в технологический трубопровод. Осадок отводится из фильтра в дренажный трубопровод.

При засорении сетки фильтрующего элемента фильтр останавливается.

Фильтрующий элемент вынимается из корпуса для очистки и промывки через крышку фильтра. Допускается промывка сетки фильтра без съема фильтрующего элемента пуском транспортируемой жидкости в обратном направлении при открытом дренажном штуцере и закрытом входном штуцере.

При разрыве фильтрующей сетки возможна ее замена. При этом из внутренней обоймы сверху и снизу выбиваются штифты. Полукольца зажимные перемещаются внутрь обоймы и сетка освобождается от крепления в наружных верхней и нижней обоймах фильтрующего элемента. Производится замена сетчатого цилиндра и закрепление его в обратном порядке.

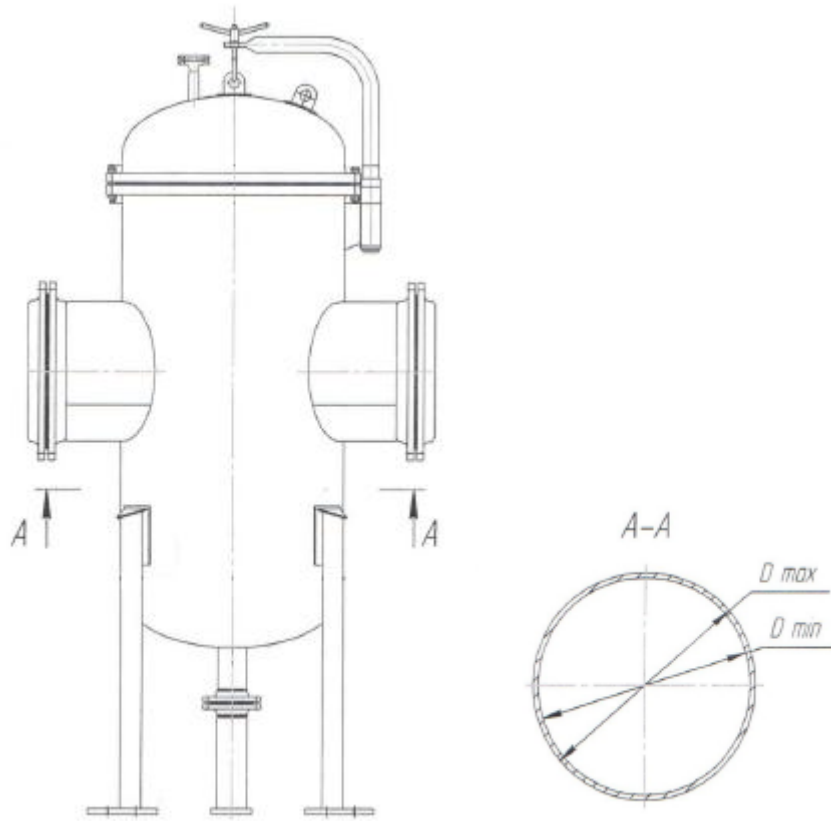


Рисунок 45- Эскиз фильтра

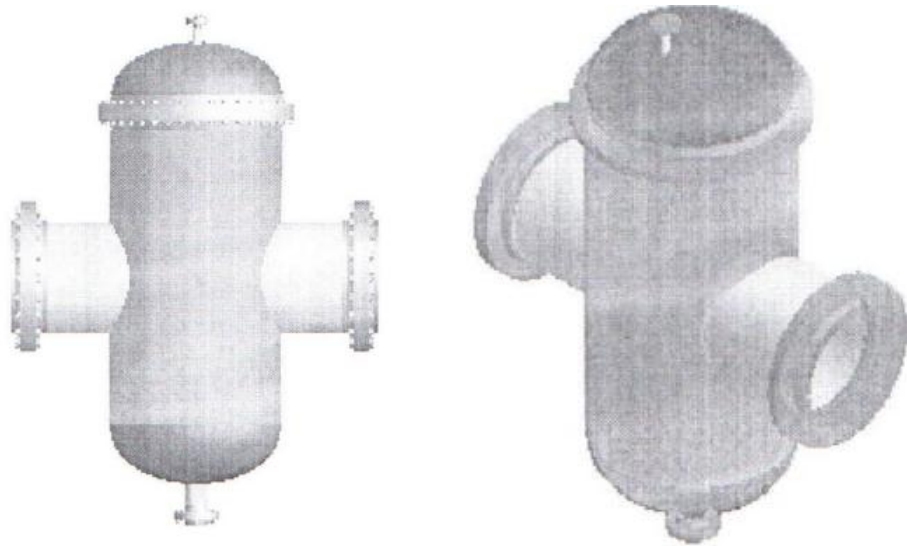


Рисунок 46- Фильтр в объеме

7. Экспериментальная часть

Было предложено решение очистки газа от жидкости.

Перед каждой ступенью компрессора заводом изготовителем были установлены фильтр сепараторы, но в них жидкость не отбивалась.

Было предложено решение подобрать режим работы компрессора таким образом чтобы получить жидкость в сепараторе перед 2-й ступенью. Машинист с пульта понижал обороты двигателя на 50 об/мин каждые 30 минут, при этом он еще занижал температуру, эксперимент проводился около суток, данные эксперимента занесены в таблицу 3

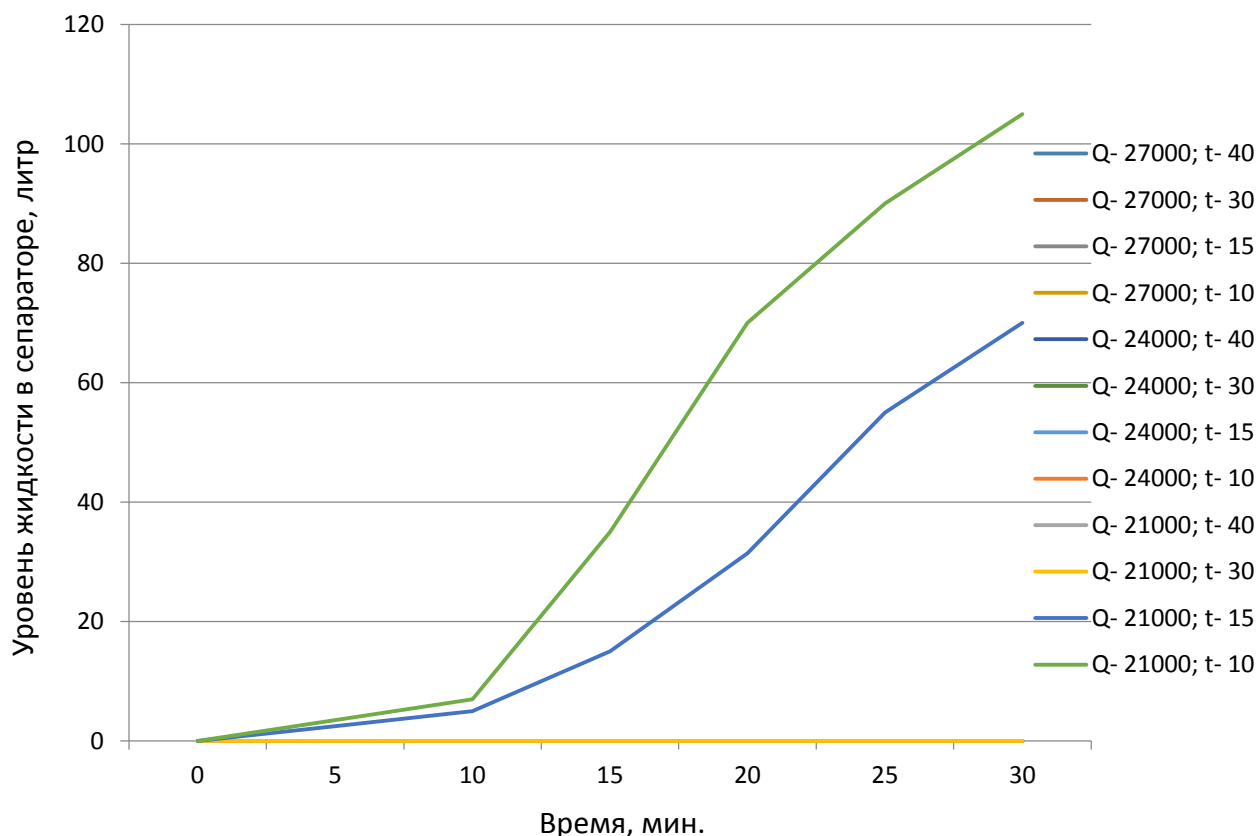
Таблица 3- Данные эксперимента

Время	Частота, об/мин	Расход газа на нагнетании КУ, н.м ³ /ч	Уровень жидкости в сепараторе, %	Время работы, мин	Температура газа на входе в сепаратор, °С	
11:00	1000	27000	0		29	
11:10	900	24300	0	1		
11:20		24100	0	10		
11:30		24500	0	20		
11:40		24600	0	30		
11:50		850	23200	0		10
12:00	23300		0	30		
12:10	23400		0	10		
12:20	800	21500	0	0		понижение температуры с 27 до 20
12:30		21800	0	10		
12:40		21900	0	20		
12:50		21900	0	30		
13:00		21900	0	40		
13:10		22000	0	50		
13:20		22000	0	60		
13:30		22000	0	70		

13:40		22000	0	80	
13:50		22300	0	90	
14:00		22500	0	100	
14:10		22200	0	110	
14:20		22300	0	120	
14:30	800 (Выкручены РППО на 100%)	21200	0	0	понижение температуры с 20 до 9
14:40		21100	0	10	
14:50		21200	0	20	
15:00		21200	0	30	
15:10		21200	0	40	
15:20		21300	0	50	
15:30		21400	0	60	
15:40		21200	0	70	
15:50		21200	0	80	
16:00		21400	0	90	
17:40		21300	5	10	10
17:50		21100	50	20	
18:00		21200	0	30	
18:10		21300	50	40	
18:20		21300	5	50	15
18:30		21400	30	60	
18:40		20900	50	70	

Был произведен эксперимент еще раз, его данные указаны в приложении Б. Результат эксперимента для наглядного вывода представлен в виде графика. Жидкость начала выпадать только после того как параметры работы компрессора стали: частота 800об/мин и температура на входе 2-й ступени ниже 15градусов.

График 1- Режимы работы



Из графика 1 мы видим, что жидкость начинает отбиваться при понижении температуры до 15°C и при этом расход газа 21000л/ч чему соответствует синяя кривая. Лучше всего жидкость отбивается при расходе установки 21000л/ч и 10°C (зеленая кривая).

Таким образом руководству Казанского НГКМ для лучшего выпадения жидкости в сепараторе было предложено держать температуру газа 10°C при расходе в 21000л/ч.

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

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5Е	Мотасов Дмитрий Виткорович

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Теоретической и прикладной механики
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Нефтегазовое дело

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материально-технических ресурсов при установки фильтра и анализ изменения затрат при установки конструкции на Казанском НГКМ, оценка капитальных вложений и технико-экономический анализ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	РД 153-39-007-96 Регламент составления проектных технологических документов на разработку нефтяных и газовых месторождений
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налоговый кодекс Российской Федерации

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка капитальных вложений при установки фильтра на входе газа в компрессорную установку на Казанском НГКМ</i>	Обоснование перспективности установки фильтра перед компрессорной установкой
2. <i>Планирование и оформление бюджета по установке фильтра</i>	Планирование видов работ и бюджета на проведение мероприятий по установке фильтра
3. <i>Технико-экономический анализ конструкции</i>	Расчет межремонтного периода

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>Таблицы: 1. Расчет материалов; 2. Расчет амортизационных отчислений; 3. Социальные отчисления; 4. Затраты на сырье и материалы; 5. Амортизационные отчисления</i>
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	К. э. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Е	Мотасов Дмитрий Викторович		

В магистерской диссертации было предложено решение по отчистки газа от механических примесей путем установки фильтра.

В данном разделе произведен расчет стоимости затраченных ресурсов для установки фильтра механической очистки газов на входе в компрессорную установку первой очереди газокomppressorной станции на Казанском нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ).

Примем во внимание, что для осуществления предлагаемой реконструкции, необходимо смонтировать площадку и установить туда фильтр компании ООО «Арсен-Продакшен».

8.1. Расчет капитальных затрат

Одним из основных показателей при расчете экономической эффективности являются капитальные затраты. Они состоят из двух составляющих: капитальные вложения на проектирование и капитальные вложения на реализацию проекта.

Капитальные вложения на проектирование фильтра составляют:

$$K_{пр} = 20\,000 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения на реализацию проекта включает:

1) затраты на приобретение оборудования (табл. 4);

Таблица 4 – Стоимость оборудования

№	Наименование оборудования	Един. изм.	Кол.	Цена за единицу, руб.	Всего, руб.
1	Фильтр попутного газа	шт.	3	500 000	1 500 000

2) транспортные затраты на доставку оборудования составляют 5 % от стоимости оборудования:

$$K_{тр} = 0,05 \times 1\,500\,000 = 75\,000 \text{ руб.}; \quad (1)$$

3) Затраты на монтаж фильтра

Для правильной и безопасной работы фильтра необходим его правильный монтаж специалистами инженерно-технического отдела. Рассмотрим основные виды работ, которые необходимы для проведения монтажа фильтра и представим их в (табл. 5). Данные виды работ относятся к контрагентным услугам.

Таблица 5 – Экономические затраты на монтаж фильтра

№	Вид монтажных работ	Количество дней	Стоимость работ, рублей
1	Отсыпка и фундамент под фильтр	2	50000
2	Соединение фланца со стыком сваркой	1	10000
3	Монтаж и установка фильтра	1	50000
4	Соединение фланца труб и фильтра	0,5	10000
5	Опрессовка линии давлением в 12 атм.	0,5	5000
Итого		5	125000

Общие затраты на монтаж фильтра составил 125000 рублей. Таким образом единовременные затраты на установку 3-х фильтров составляют 375000 рублей.

4) социальные отчисления указаны в таблице 6:

Таблица 6 – Социальные отчисления

Фонд	Размер взноса от заработной платы, %	Сумма, руб
Пенсионный фонд России	22	82 500

Фонд обязательного медицинского страхования	5,1	19 125
Фонд социального страхования	2,9	10 875
Страхование от несчастных случаев на производстве и производственных заболеваний (класс 1)	0,2	750
	Итого (K _{соц})	113 250

5) затраты на сырье и материалы представлены в таблице 7:

Таблица 7 – Затраты на сырье и материалы

№ п/п	Наименование	Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	Затраты на топливо, л	1000	38,3	38 300
2	Сварочные электроды, шт	200	5	1 000
3	Антикоррозийное покрытие, кг	10	380	3 800
4	Бетон, м ³	3	3500	10 500
			Итого (K _{мат})	53 600

б) Затраты на грузоперевозку от места изготовления (г. Обнинск) до города отправки на месторождение (г. Томск) железнодорожным транспортом составляет 20 000 руб.

Общая сумма капитальных затрат составляет:

$$K = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{тр}} + K_{\text{зар}} + K_{\text{соц}} + K_{\text{мат}} + K_{\text{пер}} \quad (2)$$

$$K = 20\,000 + 1\,500\,000 + 75\,000 + 320\,000 + 97\,244 + 53\,600 + 20\,000$$

$$K = 2\,085\,844 \text{ руб.}$$

Таким образом, общая сумма капитальных затрат составила 2 085 844 руб.

8.2 Расчет эксплуатационных издержек

$$Z_{\text{экс.общ}} = A + Z_p + Z_{\text{об}}$$

1) расчет амортизационных отчислений для фильтра попутного нефтяного газа представлен в (табл. 8). Он проведен согласно постановлению Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 (ред. от 06.07.2015) "О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы"

Таблица 8- Амортизационные отчисления для фильтра

№	Наименование	Амортизационная группа	Норма амортизации	Сумма амортизации за 1 год, рублей
1	Фильтр	8 группа	10 %	150000

2) затраты на все виды ремонта, кроме капитального, составляют 2% от стоимости капитальных затрат:

$$Z_p = 2\,085\,844 \times 0,02 = 41\,716,88 \text{ руб.}; \quad (3)$$

3) затраты на содержание и обслуживание составляют 3 % от стоимости капитальных затрат:

$$Z_{\text{обс}} = 2\,085\,844 \times 0,03 = 62\,575,32 \text{ руб.}; \quad (4)$$

Общая сумма эксплуатационных издержек:

$$Z_{\text{экс.общ}} = A + Z_p + Z_{\text{об}} \quad (5)$$

$$Z_{\text{экс.общ}} = 150\,000 + 41\,716,88 + 62\,575,32$$

$$Z_{\text{экс.общ}} = 254\,292,2 \text{ руб.}$$

Таким образом, общая сумма эксплуатационных издержек составило 254 292,2 руб.

8.3 Меж ремонтный период

Так как компрессорная установка бывает остановлена по причине клапанов на 36%, в то время как примеси в газе являются поломкой клапана в 30% случаев. То с установкой фильтра мы увеличим меж ремонтный период на 10%.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Магистранту:

Группа	ФИО
2БМ5Е	Мотасову Дмитрию Викторовичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	ТПМ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Установка фильтра механической очистки газа на входе в компрессорную установку. Рабочая зона – площадка компрессорной установки.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <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) 	<p>Рассмотрены вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вибрация 2. Шум 3. Перепад температур 4. Наличие в воздухе вредных веществ
<p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <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, 	<p>Рассмотрены опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пожаровзрывоопасность 2. Опасность поражения током. 3. Механические травмы

профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	
2. 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>Оценка воздействия Казанского месторождения на состояние земельных ресурсов, атмосферный воздух, состояние поверхностных вод.</p> <p>Комплекс мер по охране окружающей среды.</p>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Возможные ЧС:</p> <p>Разгерметизация трубопровода.</p> <p>При возникновении аварийных ЧС необходимо:</p> <p>Произвести отключение насосного агрегата, сбросить давление в рабочем контуре, опорожнить насосный агрегат, принять меры по ликвидации последствий аварии.</p>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Меры безопасности при эксплуатации компрессорной установки.</p> <p>Правовое регулирование трудовых отношений.</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова Ольга Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Е	Мотасов Дмитрий Викторович		

Введение

Основными законодательными актами по охране труда в нашей стране являются Конституция России, Основы законодательства и др. в этих документах отражены правовые вопросы охраны труда и здоровья трудящихся. На основании вышеперечисленных источников, а также исходя из соответствующих правил безопасности и норм производственной санитарии в данном проекте нами разрабатываются основные мероприятия по созданию безопасных условий работы операторов при обслуживании отстойника нефти.

Всякая деятельность протекает из определенных мотивов и направлена на достижение конкретных целей. Абсолютно безопасной деятельности не существует. По данным Госкомстата, по различным причинам в Российской Федерации на производстве ежегодно травмируется 650-700 тысяч человек, 15-16 тысяч человек с летальным исходом, 6 млн. человек работают во вредных условиях, более 700 тысяч единиц оборудования и 61 тысяча зданий и сооружений не отвечает требованиям безопасности. В среднем, ежегодно происходит около 500 тысяч пожаров, основными причинами этих негативных явлений являются:

- недостаточный уровень обучения и квалификации персонала;
- несоответствие технологических процессов современным требованиям безопасности;
- недостаточное оснащение производства системами очистки выбросов;
- устаревшее оборудование;

В данном случае, описывается несколько мероприятий по улучшению охраны и условий труда, охраны окружающей среды, предложены возможные чрезвычайные ситуации и их предотвращение.

9.1. Техногенная безопасность

Анализ вредных факторов производственной среды

Вибрации

Причиной возникновения вибраций являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия. В одних случаях их источниками являются возвратно-поступательно движущиеся детали (кривошипно-шатунный механизм в двигателях и компрессорах); в других случаях неуравновешенные вращающиеся массы. Иногда вибрации создаются ударами деталей. Вибрации неблагоприятно воздействуют на организм человека: они могут быть причиной функциональных расстройств нервной и сердечно-сосудистой систем, а также опорно-двигательного аппарата. При этом заболевание сопровождается головными болями, головокружением, онемением рук (при передаче вибраций на руки), повышенной утомляемостью. Особенно вредна вибрация с частотой около 5 Гц, то есть с частотой, близкой к собственной частоте человеческого тела.

Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятия

Таблица 9- Величины вибрации

Амплитуда колебаний	Частота вибрации,	Скорость колебательных	Ускорение колебательных
0,6-0,4	До3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

Средства коллективной защиты от повышенного уровня вибраций: Устройства оградительные, виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие.

Шумы

Шум является одним из наиболее распространенных неблагоприятных факторов условий труда на производстве. Под влиянием интенсивного шума нарушаются функции не только слухового анализатора, но и центральной нервной, сердечно-сосудистой и других физиологических систем. Работа в условиях интенсивного шума приводит к снижению производительности труда, росту брака и увеличению вероятности получения производственных травм. Все механизмы и агрегаты являются источником шума.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах [ГОСТ 12.01.003-83]

Таблица 10- Нормируемые параметры шума

Шумы, дБ	Частота, Гц	Общая вибрация
80	1-63	Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории

Средства коллективной защиты от повышенного шума: Устройства оградительные, звукоизолирующие, звукопоглощающие, глушители шума.

Перепад температур

Одна из главных особенностей условий труда операторов по добыче нефти – это работа, в основном, на открытом воздухе (на кустах скважин), а также работа связанная с перемещениями на территории объекта и между объектами (кустами), частыми подъемами на специальные площадки, находящиеся на высоте. Поэтому в условиях сурового климата Западной

Сибири и Крайнего Севера с низкими температурами (зимой до -50°C) и высокой влажностью (летом до 100%) играют метеорологические факторы.

При низкой (сверхдопустимых норм) температуре окружающей среды тепловой баланс нарушается, что вызывает переохлаждение организма, ведущее к заболеванию. В случае низкой температуры воздушной среды уменьшается подвижность конечностей в следствии интенсивной теплоотдачи организм, что сковывает движения. Это может послужить причиной несчастных случаев и аварий.

При длительном пребывании работающего в условиях низкой температуры и, следовательно, переохлаждении организма возможно возникновение различных острых и хронических заболеваний: воспаление верхних дыхательных путей, ревматизм и другие. Результатами многократного воздействия низких температур являются пояснично-крестцовый радикулит и хроническое повреждение холодом (ознобление).

При высокой температуре снижаются внимание и скорость реакции работающего, что может послужить причиной несчастного случая и аварии. При работе в летнее время при высокой температуре (до $+50^{\circ}\text{C}$) возможны перегревания организма, солнечные и тепловые удары.

Кусты, как правило, засыпаются песком, поэтому при сильных ветрах случается поднятие частиц песка и пыли, которые могут попасть в глаза и верхние дыхательные пути. Нормирование метеорологических параметров устанавливает ГОСТ 12.1.005-76.

Наличие в воздухе вредных веществ

В ходе производственных операций рабочие могут подвергаться вредным газам и парам нефти, источником которых являются нарушения герметичности фланцевых соединений, механической прочности фонтанной арматуры (свище, щели по шву) вследствие внутренней коррозии или износа, превышения максимально допустимого давления, отказы или выходы из строя регулирующих и предохранительных клапанов. Пары нефти и газа при определенном содержании их в воздухе могут вызвать отравления и

заболевания. При постоянном вдыхании нефтяного газа и паров нефти поражается центральная нервная система, снижается артериальное давление, становится реже пульс и дыхание, понижается температура тела. Особенно опасен сероводород – сильный яд, действующий на нервную систему. Он нарушает доставку тканям кислорода, раздражающе действует на слизистую оболочку глаз и дыхательных путей, вызывает острые и хронические заболевания, ПДК H₂S – 0,1 мг/м³ (ГОСТ 12.1.005-76.)

Анализ опасных факторов рабочей зоны на предмет их опасных проявлений.

Пожаровзрывобезопасность

Специфическая особенность условий эксплуатации установок подготовки нефти– высокое давление в оборудовании и трубопроводах, которое доходит до 30 МПа. В связи с этим любое ошибочное действие оператора при выполнении работ на технологическом оборудовании и трубопроводах может привести к опасной аварии.

Высокое давление и загазованность указывают на повышенную пожаро-взрывоопасность объекта.

Категория взрывопожарной и пожарной опасности помещений и наружных установок

Таблица 11- Категория взрывопожарной и пожарной опасности

Наименование помещения	Категория взрывопожарной и пожарной опасности зданий и помещений (НПБ 105-03)	Классификация зон внутри и вне помещений для выбора установки электрооборудования		Группа производственных процессов по санитарной характеристике (СНиП 2.09.04-87)
		Класс взрывоопасности	Категория и группа взрывоопасных смесей ГОСТ Р 51330.2-99	

Служебно-эксплуатационный блок с операторной	В1	П-1	ПАТЗ	16
Устье добывающей скважины	Ан	В-1г	ПАТЗ	1

В качестве огнегасительных средств на установках используются: вода, песок, инертные газы, пены, порошки. Наиболее широкое применение получили огнетушители типа ОХП — 10, ОП-М, ОВП-5, ОВП-10

Поражение электрическим током

Эксплуатация установок подготовки нефти характеризуется с наличием высокого напряжения в силовых кабелях и технологическом оборудовании. Причем станция управления и оборудования УПН обычно не находятся в непосредственной близости друг от друга и часть кабеля проходит по поверхности, что увеличивает зону поражения электротоком, а следовательно и вероятность несчастного случая.

Причиной несчастного случая может быть также неудовлетворительное состояние объекта с позиции санитарии, его чрезмерная захламленность и замазученность, плохая подготовка скважин к замерам пластового давления.

Для предохранения рабочих от поражения электрическим током электрооборудование УПН должно быть надежно заземлено. В соответствии с ГОСТом 12.1.006-84

9.2. Экологическая безопасность

Нефтяная промышленность остается потенциально опасным по загрязнению окружающей среды и ее отдельных объектов. Возможное воздействие ее на основные компоненты окружающей среды (воздух, воду, почву, растительный и животный мир, человека) обусловлено токсичностью

углеводородов, их спутников, большим количеством химических веществ, применяемых в технологических процессах, наличием опасных производств.

В процессе подготовки нефти непрерывное загрязнение окружающей среды вызвано различного рода утечками в оборудовании.

Основными источниками вредных выбросов в окружающую среду являются: открытые утечки и порывы нефтепроводов.

Для предотвращения загрязнения почв при эксплуатации объектов нефтепромыслов предусматривается:

- полная герметизация систем сбора, сепарации и подготовки нефти и газа;
- автоматическое отключение трубопроводов отсекающими при прорыве выкидной линии.

Мероприятия по охране недр являются важным элементом и составной частью всех основных технологических процессов при разработке и эксплуатации месторождений. Сюда включают:

- комплексное геологическое изучение строения недр, получение достоверных данных о количестве полезных ископаемых;
- выбор, обоснование прогрессивных систем вскрытия, способов разработки, технологии добычи и т.д.;
- объемы, виды и организация работ по рекультивации земель;
- предотвращение открытых нефтяных фонтанов;
- сохранение в чистоте водоносных горизонтов, предотвращение их истощения;
- предотвращение загрязнения, заражения, опасной деформации, сейсмического воздействия на недра при эксплуатации и исследовании скважин.

Защита атмосферы

При подготовки нефти происходит загрязнение атмосферы, земель, вод. В атмосферу, почву, водоемы ежегодно выбрасывается около 5 млрд. т твердых веществ промышленных отходов, 700 м³ загрязненных сточных вод

и около 900 наименований вредных веществ. Ядовитые загрязнения влияют на деторождаемость и наследственность, на функции нервной системы, а также на возникновение и развитие злокачественных образований.

Содержание вредных примесей в воздухе в ряде случаев в 5-12 раз превышает норм ПДК. Загрязненным дымом, пылью, газами воздух обеднен кислородом. Загрязненный воздух резко сокращает сроки жизни деревьев, растений и других биологических видов.

Нагретый воздух, насыщенный газами, копотью движется с окраин и заполняет центры городов, создавая особо тяжелую экологическую обстановку.

Следовательно, при разработке проекта одним из важных разделов являются мероприятия, направленные на охрану окружающей среды и недр.

Мероприятия по охране недр являются важными элементами и составной частью всех технологических процессов при использовании газа, нефти и конденсата. К наиболее важным мероприятиям относятся:

- правильный выбор арматуры средств КИПиА, работающих в средах, содержащих кислые газы;

- выбор материалов для герметизации системы подготовки нефти;

- применения систем автоматических блокировок и аварийной остановки, обеспечивающих отключение оборудования и установок при нарушении технологического режима без разгерметизации системы;

- применение в качестве и для различных технологических нужд газа, прошедшего осушку и сероочистку на ГПЗ или локальных установках на промысле; применение закрытой факельной системы для ликвидации выбросов сероводорода при ремонте технологических установок и т.п. с помощью его сжигания в факелах.

Защита литосферы

При малых аварийных разливах нефти, ее распространение предотвращают путем оконтуривания участка плугами ПЩ-1, ПКЛ-70, ПЛ-1, агрегируемых с трактором АХТ-55 или ДТ-75. Оконтуривание производят

вспашкой с глубиной погружения лемеха в почву на 20-25 см. если плуг создает односторонний отвал, то отвал ведут навстречу потоку поступления нефти.

Средние разливы нефти локализуют с помощью траншей, которые отрывают на пути потока нефти экскаваторами МК-22 и ЭТР-206А и аккумулируют разлитую нефть в траншеи с последующей ее быстрой откачкой. Выемку грунта производят в сторону, противоположную от направления поступления нефти, на расстоянии от края траншеи не менее 1 метра. Через каждые 200-300 метров отвала создаются технологические разрывы шириной не менее 5 метров для подъезда к траншее техники, предназначенной для сбора нефти из траншеи.

Локализация больших объемов разлива нефти производится также с помощью траншей. Технологический процесс локализации нефти аналогичен локализации нефти при средних разливах.

Защита гидросферы

При разливах нефти на водной поверхности место разлива нефти локализуется с помощью специальных поплавков - бон. С нижней части бонов имеется металлическая пластина шириной 8 см, предотвращающая перетекание нефти под бонами. Локализованную нефть собирают плавающими насосными агрегатами импортного производства ("Морской дьявол" и т.п.) с гидравлическим приводом от стационарного дизельного двигателя. Сбор нефти производится либо в линии близлежащих нефтепроводов, либо в случае их удаленности в отдельные резервуары, с периодической откачкой нефти из них автоцистернами. Для бесперебойной работы насосного агрегата разлитая нефть периодически подтягивается к насосу при помощи бон.

Технологический процесс сбора нефти с поверхности земли и загрязненного грунта включает в себя следующие операции:

- срезание верхней части грунта совместно с загрязнениями и создание продольных валов по ходу техники;

погрузку загрязненного грунта в транспортные средства и его транспортировку в отведенные для этого места.

Срезание грунта и оформление валов рекомендуется выполнять при помощи автогрейдеров, скреперов, бульдозеров.

9.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Результаты расследования ранее произошедших аварий позволяют предположить возможность трех типов техногенных аварий, которые могут произойти на компрессорной станции.

Группа сценариев С 1 (наиболее опасное): Разгерметизация соединительного газопровода, от блока пылеуловителей до электроприводного газоперекачивающего агрегата в блоке компримирования газа в замкнутом пространстве (помещении), вследствие резкого увеличения давления выброс газа образование взрывоопасной ГВС в замкнутом пространстве взрыв ГВС от источника инициирования (источником инициирования взрыва явилось соударение металлических предметов при выбросе из трубопровода газа, либо, стало результатом взаимодействия (трения) частиц вещества и металлических конструкций трубопровода) поражение оборудования и персонала ударной волной, осколками оборудования.

Группа сценариев С 2 (наиболее вероятное): Разгерметизация нагнетательного газопровода с природным газом в блоке компримирования газа в здании компрессорной станции, в результате нарушения целостности сварного шва выброс газа в пределах помещения воспламенение от источника зажигания (источником воспламенения послужила электрическая искра от неисправного оборудования) термическое поражение оборудования и персонала.

Группа сценариев С 3 (максимально негативное воздействие на окружающую среду): Разгерметизация трубопровода с природным газом на открытом

пространстве, вследствие дефекта сварного шва выброс газа в открытое пространство образование переобогащенной ГВС сгорание ГВС по модели «огненный шар» при наличии источника инициирования (источником инициирования послужил разряд молнии) прямое огневое воздействие на окружающую среду термическое воздействие на окружающую среду.

Взрывоопасные облака топливно-воздушной смеси, как правило, воспламеняются через некоторое время после их образования. Это позволяет оповестить персонал предприятия о необходимости включения устройств защиты (паровые или водяные завесы для его рассеивания) и принять меры по предотвращению возможных взрывов на соседних объектах. Таким образом, весьма актуальным является обнаружение загазованности воздушной среды территории предприятий на ранних стадиях аварии.

9.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Основное условие безопасности при обслуживании нефтяных скважин – соблюдение трудовой и производственной дисциплины всеми работающими на них.

Все работы связанные с эксплуатацией ГКС (обслуживание, перевозка, монтаж, демонтаж) должны выполняться в соответствии с правилами безопасности и инструкциям по охране труда для рабочих цехов добычи нефти и ППД, а также следующими документами:

1. Правило безопасности в нефтяной и газовой промышленности, утверждение Госгортехнадзором.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок, утвержденные Госэнергонадзором.
3. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок, утвержденные Госэнергонадзором.
4. Правила устройства электроустановок, утвержденные Госэнергонадзором.
5. Руководство по эксплуатации ГКС, утвержденное ОКБ БН.

Рабочие должны обеспечиваться необходимой спецодеждой, соответствующей времени года (лето – роба х/б, сапоги, головной убор, рукавицы, а также средства защиты от кровососущих насекомых; зимой – шапка-ушанка, валенки, ватные штаны, шуба, ватные рукавицы).

На каждом кусте должна быть оборудована пульт-будка с имеющимися в наличии аптечкой, бачком с питьевой водой, носилками, а также мебелью для отдыха.

При работе в темное время суток объект должен быть освещен, во избежании травматизма. В качестве осветительных приборов применяются фонари и прожектора. Норма освещенности не ниже 10 лк (СНиП I – 4-79).

Особое внимание следует обратить на санитарное состояние территории куста, не допускать его захламления и замазученности, зимой необходимо регулярно расчищать снежные заносы на подходах к скважины.

Содержание нефтяных паров и газов в воздухе рабочей зоны не должно превышать ПДК (углеводороды предельно С-С₁₀ в пересчете на С – 300 мг/м³, ГОСТ 12.1.005-76). Во время ремонта скважин при наличии в воздухе рабочей зоны нефтяных паров и газов, превышающих ПДК, необходимо заглушить скважину жидкостью соответствующих параметров и качества. Работы в загазованной зоны должны проводиться в соответствующих противогазах.

К монтажу (демонтажу) оборудования ГКС и его обслуживанию допускается электротехнический персонал, знающий схемы применяемые станций управления, трансформаторов, конструкции по их эксплуатации, прошедший производственное обучение и стажировку на рабочем месте, а также проверку знаний с присвоением квалификационной группы по электробезопасности.

Для измерения давления в трубопроводах должны быть установлены стационарные манометры с трехходовыми кранами.

При установке наземного оборудования в будке станция управления должна быть расположена так, чтобы при открытых дверцах обеспечивался

свободный выход из будки.

При установке электрооборудования на открытой местности оно должно иметь ограждение и предупреждающий знак «Осторожно! Электрическое напряжение!».

Намотка и размотка кабеля на барабан кабеленаматывателя должна быть механизирована. Производить намотку (размотку) кабеля вручную, а также тормозить барабан руками, доской или трубой запрещается.

Все открытые движущиеся части механизмов кабеленаматывателя могущие служить причиной травмирования должны иметь ограждения.

Прокладка, перекладка кабелей ГКС по эстакаде рядом с действующими кабелями, находящимися под напряжением, а также перекладка кабелей допускается в случае необходимости при выполнении следующих условий:

- Работу должны выполнять рабочие, имеющие опыт прокладки кабелей, по наряду-допуску (распоряжению электротехнического персонала ЦБПО НПО под руководством лица с группой по электробезопасности не ниже V при напряжении выше 1000 В.
- Работать следует в диэлектрических перчатках, поверх которых для защиты от механических повреждений одеваются брезентовые рукавицы. Санитарные нормы действия тока на организм, устанавливает ГОСТ 12.1.000-76.

Таким образом в данном разделе разработаны основные мероприятия, которые обеспечат безопасные условия работы операторов при обслуживании установки подготовки нефти.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Согласно трудовому законодательству, каждый гражданин имеет право на охрану здоровья от неблагоприятного воздействия, возникающего в процессе ведения производственных работ (в том числе в результате аварий). При обустройстве и эксплуатации месторождений особое внимание планируется уделять сохранению здоровья человека. Учитывая особенности

сложившихся биолого-генетических, биоритмических, социальных, психологических и природных стереотипов, предполагается разработка соответствующей системы для трех групп людей: 1) здоровье местного населения, проживающего в районе рассматриваемого месторождения (в данном случае под районом подразумевается территория месторождения и прилегающая к ней зона, на которую будет оказываться прямое или косвенное влияние при обустройстве и эксплуатации месторождения); 2) здоровье персонала, работающего на месторождении вахтовым методом; 3) здоровье персонала, работающего на месторождении и постоянно проживающего в районе нефтедобычи.

На работу следует принимать лиц не моложе 18 лет, годных по состоянию здоровья, соответственным образом обученных и прошедших инструктаж по технике безопасности.

Перевозка рабочих на место и обратно должна осуществляться на бортовых автобусах или специально оборудованных грузовых бортовых автомобилях, а в труднодоступных местностях – на вездеходах. Продолжительность рабочего времени установлена трудовым законодательством и не должна превышать 41 час в неделю.

Для защиты работников, выполняющих различные виды работ, связанных с УПН, применяется спецодежда и спецобувь: костюм от нефти и нефтепродуктов, сапоги кирзовые и резиновые рыбацкие, рукавицы резиноканевые, противогаз фильтрующий БФК, каска и многое другое.

Государственный надзор осуществляет федеральной инспекцией труда. Ведомственный надзор осуществляется отделом охраны труда.

Заключение

В данной работе были рассмотрены компрессорные установки, их преимущества и недостатки. Для подробного исследования был выбран шестицилиндровый трехступенчатый оппозитный компрессор фирмы Ariel модели JGZ/6, который является основным оборудованием газокомпрессорной станции Казанского нефтегазоконденсатного месторождения. Было произведено описание конструкции и анализ выхода из строя клапанов компрессорной установки. Предложен режим работы компрессорной установки для очищения газа от жидкости и отбивания ее в сепараторе. Разработанные рекомендации позволяют минимизировать поломку клапана и увеличат межремонтный период работы компрессора.

Список литературы

1. А.В. Анохин, В.А. Тыркин. Монтаж компрессорных установок. – М.: Высшая школа, – 1987.
2. Б.А. Якшанов, И.В. Смирнова. Справочник механика – Л.: В.О. Агропрмиздат, – 1989.
3. Н.Г. Куклин и Т.С. Куклина. Детали машин – М.: Высшая школа, – 1986.
4. М.М. Френкель. Поршневые компрессоры. – Л.: Машиностроение, – 1982.
5. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ-03-576-03).
6. МРК для ОАО «Томскгазпром» Казанское НГКМ Руководство по эксплуатации Компрессорная установка 2011г.
7. «Ариель Интернэшнл Корпорэйшн». Школа эксплуатации компрессоров ариель Москва, изд.1, август 2013г.
8. ARIEL CORPORATION Руководство по эксплуатации компрессоров моделей JGW, JGZ И JGJ 2005г.
9. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. — Л.: Химия, 1982. — 592 с.
10. Технологический регламент газокompресорной станции ЦДПНГиК Казанского НГКМ. 2013г.
11. <http://m.ria.ru/> Природный газ и способы его транспортировки.
12. <http://www.gazprominfo.ru/> Газ в цифрах.
13. <http://www.intech-gmbh.ru/> Классификация основных типов компрессоров.
14. Технологический регламент на установку подготовки нефти Казанского НГКМ. – ТФ ФГУП «СНИИГГиМС», 2009 г.
15. ООО «Арсен-Продакшен»

Приложение А

Сборка клапана

Valve assembly

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Е	Мотасов Дмитрий Викторович		

Консультант кафедры

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.ТиПМ	Пашков Евгений Николаевич	К.Т.Н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ИЯПР	Баранова Анастасия Викторовна			

Valve Assembly

General form



(caption: bolt, restrictor, damping vane, spring, valve plate, guide ring, seating)

Figure 19- Valve type ST

Figure 19 - the most common design of valves used in the cylinders of Ariel compressors. The design of the ST valves is the basis for other types of valves.

Seating



(caption: seating)

(caption: seating groove, valve channel, valve plate, seating)

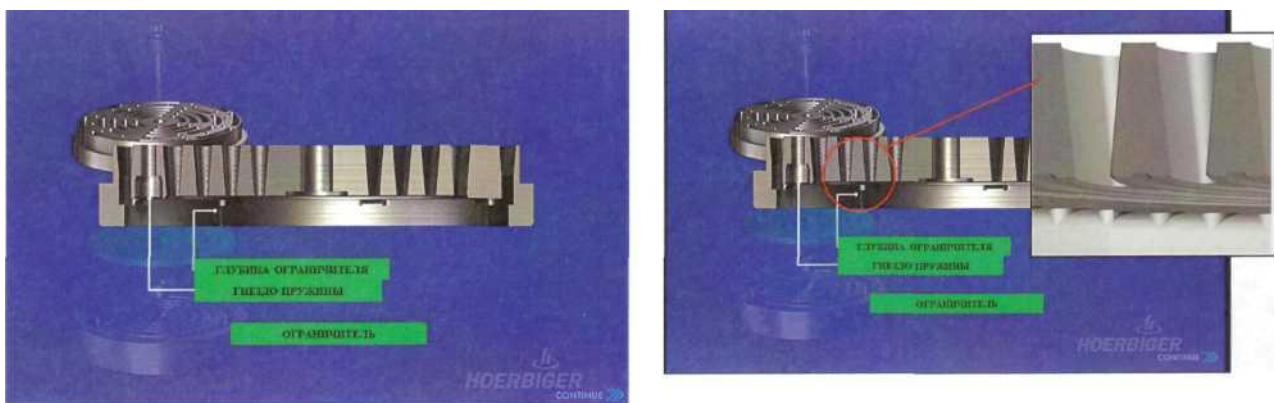
Figure 20- Seating

The seating perceives all the loads created by the differential pressure on the valve.

The valve channels should be as smooth and wide as possible in order to reduce turbulent flow and increase the flow capacity.

Sealing occurs when the valve plate and seating are in contact. The sealing surface of the seating must be large enough to provide a good seal and narrow enough to reduce the "sticking" of the plate against the seating and ensure quick opening of the valve.

Restrictor



(depth of restrictor, spring seat, restrictor) (depth of restrictor, spring seat, restrictor)

Figure 21- Restrictor valve

Restrictor valve - there are springs and a plate in it. The amount of lifting the plate is determined by the depth of the restrictor.

The magnitude of lifting plates must be sufficient to ensure the required performance, but also small enough to reduce the impact force on the seating plate when the valve is closed.

The restrictor has less force than the saddle, so it has a smaller thickness.

Channels must be wide enough to not create additional resistance to the flow.

Damping vane



(caption: Damping vane)

Figure 22- Damping vane

A "damping" vane is installed between the limiter and the valve plate to reduce the effect of sticking the valve plate against the limiter. The sticking effect is due to the large amount of oil on the valve plate and the limiter. This leads to late closure.

It was found that a "damping" vane in large valves, in some cases, can generate strong vibrations, which leads to a decrease in valve life.

Since the "damping" vane is removed to reduce the sticking effect, grooves are inserted in the restrictor to reduce the contact area.

Also, the thickness of the plate and the depth of the restrictor were increased to maintain the value of the valve lift.

Valve plate



(caption: valve plate)

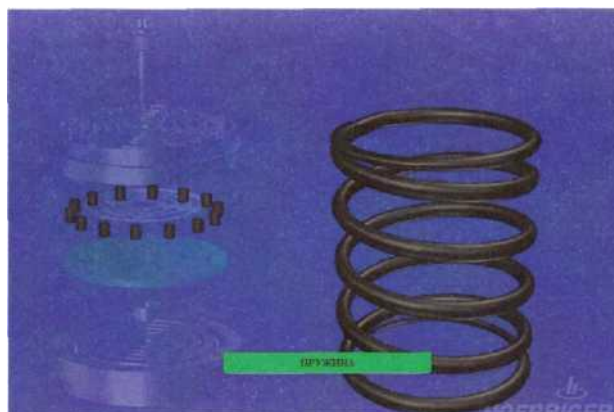
Figure 23- Valve plate

The valve plate moves in one direction opening the valve, and in the opposite direction - closing it. Sealing occurs when the plate is in contact with the seating.

The main requirements for the valve plate (to the material): minimum weight and maximum elasticity. These parameters are important in order to reduce the impact force on the seating plate when closing.

The valve plate is influenced by: pressure, flow velocity, molecular weight of the gas.

Springs

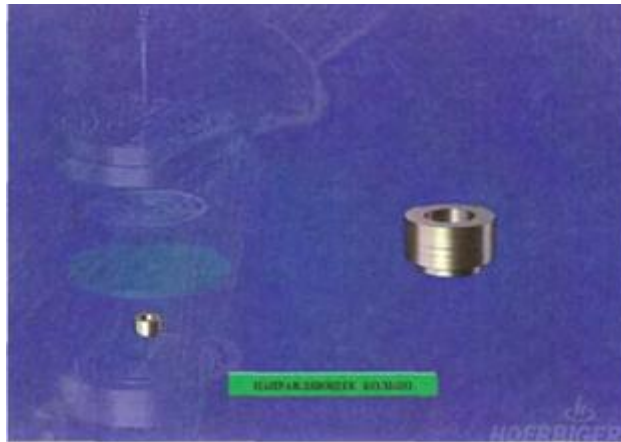


(caption: spring)

Figure 24- Spring

Springs are located on the outer diameter of the plate to create a uniform support.

Guide ring



(caption: guide ring)

Figure 25- Guide ring

Guide ring

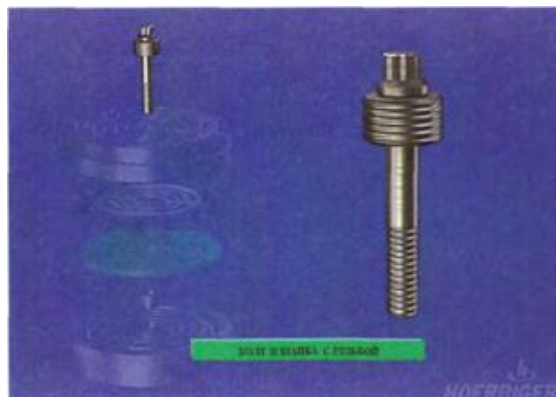
Provides straight motion of the valve plate.

Sets the amount of lifting the valve plate.

Centers the saddle and the limiter.

Creates a support in the central part of the valve.

Bolt

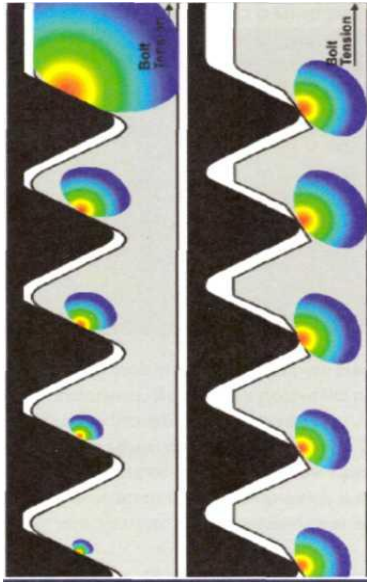


(caption: bolt and washer with thread)

Figure 26- Bolt

The bolt provides tightening of seating and restrictor with the necessary force.

A washer with a thread is installed under the bolt head for easy fitting of the valve.



1) Standard thread.

Axial loads act in the standard threaded connection, which increases the probability of shearing, especially when using soft materials.

2) Spiralok thread.

In the threads of this design, the load between the windings is distributed more evenly, which greatly increases the strength of the threaded joint.

Figure 27- The diagram of efforts on the thread

seatings of ST valves have Spirallock threads. This threading allows for more even distribution of the load between turns. Also, this thread prevents spontaneous loosening of the bolted connection.

Safe execution

"Suspended"

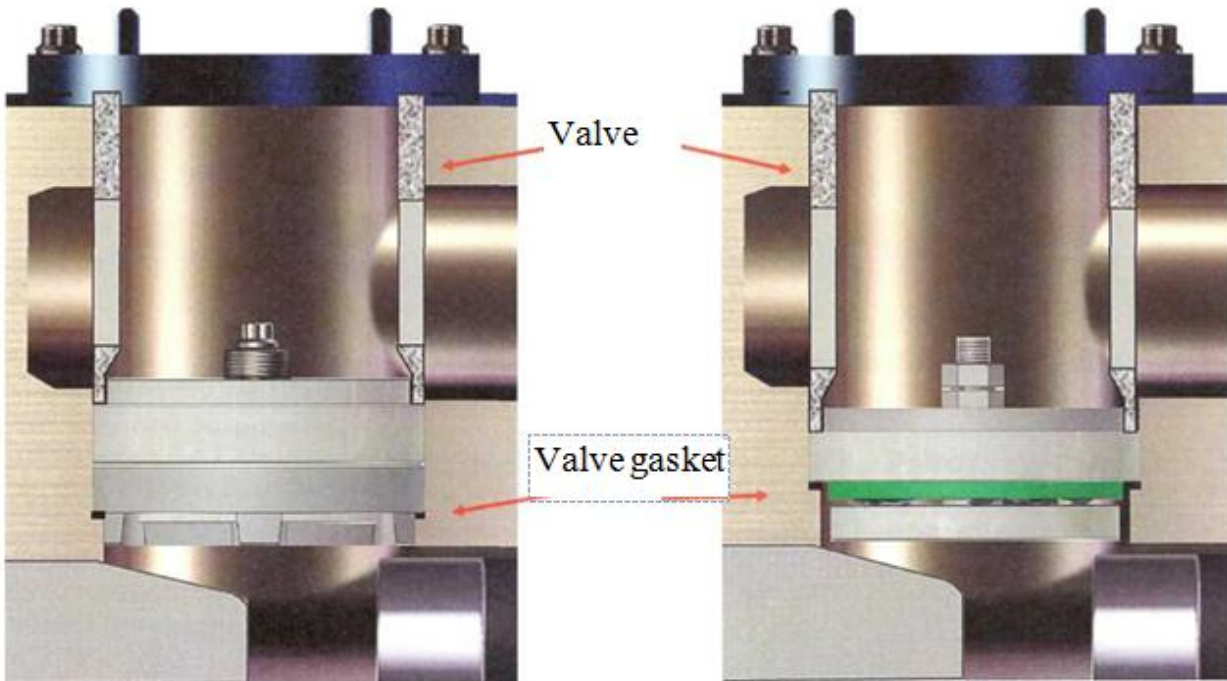


Figure 28. Valve design

The restrictor in the "safe" version has a protrusion, by which it rests on the landing surface in the valve pocket.

In this version, the restrictor will not separate from the seating in the event of a breakdown of the clamping bolt or loosening of the nut.

This design uses a bolt with a 12-faceted head and thread Spirallock®.

"Suspended" version of the restrictor.

The valve seating rests on the valve cage.

In this design, instead of a bolt, a pricker and a double Drake lock nut are used.

Depending on the design of the restrictor, the valve stem will have a different length.

Lock nut

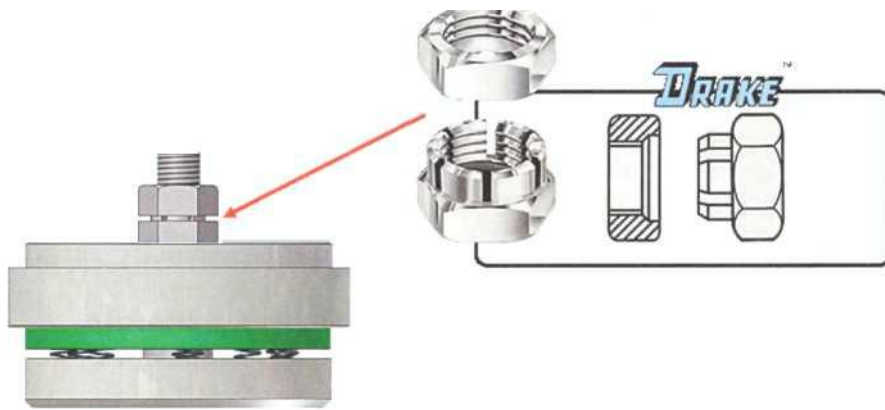


Figure 29

Приложение Б

Время	Частота, об/мин	Расход газа на нагнетании КУ, н.м ³ /ч	Время работы общее, мин	Уровень в С-2, %	Время работы, мин	Уставка температуры после АВО 1ст, С
9:40	1000	26600	90	0	10	9
10:10		27300			30	
10:40		26700			60	
11:10		26100			90	
11:40	900	26000	10			
11:50	925	25400	10			
12:00	900	24400	10			
15:00	890	24300	10			
15:10	870	24200	10			
15:20	860	24000	10			
15:30	860	23900	0-5		10	
15:40	840	23500	180	50	0	10
15:50		23300		1-2	10	
16:02		23200		50, слито до 0	20	
16:16		23300		50, слито до 0	30	
16:27		23100		50	40	
16:30		23200			50	
16:44		23200		50, слито до 0	60	
16:50		23300			70	
17:00		23100		50, слито до 0	80	
17:10		23000			90	
17:20		23500			100	
17:30		23400		50, слито до 0	110	
17:40		23300			120	
17:52		23350		50, слито до 0	130	
18:00	23200		140			
18:10	23300		150			
18:16	23350	50, слито до 0	160			
18:30	23500	0	170			
18:40	23200	0	180			

Таблица графика режимов работы

расход газа	27000	расход газа	27000
температура	40	температура	30
время	уровень в сепараторе перед 2-й ступенью	время	уровень в сепараторе перед 2-й ступенью
0	0	0	0
5	0	5	0
10	0	10	0

15	0	15	0
20	0	20	0
25	0	25	0
30	0	30	0

расход газа	24000	расход газа	24000
температура	40	температура	30
	уровень в сепараторе		уровень в сепараторе перед 2-й
время	перед 2-й ступенью	время	ступенью
0	0	0	0
5	0	5	0
10	0	10	0
15	0	15	0
20	0	20	0
25	0	25	0
30	0	30	0

расход газа	21000	расход газа	21000
температура	40	температура	30
	уровень в сепараторе		уровень в сепараторе перед 2-й
время	перед 2-й ступенью	время	ступенью
0	0	0	0
5	0	5	0
10	0	10	0
15	0	15	0
20	0	20	0
25	0	25	0
30	0	30	0

расход газа	27000	расход газа	27000
температура	15	температура	10
	уровень в сепараторе		уровень в сепараторе перед 2-й
время	перед 2-й ступенью	время	ступенью
0	0	0	0
5	0	5	0
10	0	10	0
15	0	15	0
20	0	20	0
25	0	25	0
30	0	30	0

расход газа	24000	расход газа	24000
температура	15	температура	10
	Уровень в сепараторе		уровень в сепараторе перед 2-й
время	перед 2-й ступенью	время	ступенью
0	0	0	0
5	0	5	0
10	0	10	0

15	0	15	0
20	0	20	0
25	0	25	0
30	0	30	0
расход газа	21000	расход газа	21000
температура	15	температура	10
время	уровень в сепараторе перед 2-й ступенью	время	уровень в сепараторе перед 2-й ступенью
0	0	0	0
5	2,5	5	3,5
10	5	10	7
15	15	15	35
20	31,4	20	70
25	55	25	90
30	70	30	105