

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Особенности эксплуатации компрессоров «Ариель» на «Х» нефтегазоконденсатном месторождении (Томская область)
УДК 622.276.53:621.51(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
з-2БЗГ	Сидоров Василий Игоревич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гладких Марина Алексеевна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Макашева Юлия Сергеевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Абраменко Никита Сергеевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
з-2БЗГ	Сидорову Василию Игоревичу

Тема работы:

Особенности эксплуатации компрессоров «Ариель» на «Х» нефтегазоконденсатном месторождении (Томская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	1218/с от 22.02.2018

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Данные для описания компрессорной установки, тексты и графические материалы отчетов и исследовательских работ, фондовая и научная литература, технологические регламенты, нормативные документы.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Описание геологического строения месторождения. 2. Общая характеристика компрессоров. 3. Рассмотрение эксплуатационных характеристик компрессоров. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность
Перечень графического материала	

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

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

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
(бакалаврская работа, магистерская диссертация)

Тема работы
Особенности эксплуатации компрессоров «Ариель» на «Х» нефтегазоконденсатном месторождении (Томская область)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.02.2018	Планирование проекта	10
25.02.2018	Совещания по проекту	5
02.03.2018	Выбор направления исследования	15
10.03.2018	Составление технического задания	15
20.03.2018	Изучение литературы	10
05.04.2018	Подробное проектирование методов проведения ремонтных работ	5
12.04.2018	Подбор оборудования	10
03.05.2018	Выполнение расчётов	10

30.05.2018	Подведение итогов работы	15
------------	--------------------------	----

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Принял студент:

ФИО	Подпись	Дата

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Планируемые результаты обучения

Код	Результаты обучения
1	2
P1	Способность использовать естественнонаучные, математические, экономические, юридические и инженерные знания в области геологии, разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений
P2	Способность определять, формулировать и решать междисциплинарные инженерные задачи в области нефтегазовых технологий с использованием профессиональных знаний и современных методов исследования
P3	Способность планировать и проводить исследования в сложных и неопределённых условиях с использованием современных технологий, а также критически оценивать полученные данные
P4	Способность анализировать нестандартные ситуации и быстро выбирать оптимальные решения при разработке нефтяных и газовых месторождений
P5	Способность использовать творческий подход для разработки новых идей и методов проектирования объектов нефтегазового комплекса, а также модернизировать и совершенствовать применяемые технологии нефтегазового производства
P6	Способность разрабатывать многовариантные схемы для достижения поставленных производственных целей, с эффективным использованием имеющихся технических средств
P7	Способность анализировать и систематизировать современные технологические и научные достижения нефтегазовой отрасли, а также выявлять их актуальные проблемы
P8	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, а также руководить командой, формировать задания, распределять обязанности и нести ответственность за результаты работы
P9	Способность самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в своей профессиональной деятельности
P10	Владеть иностранным языком как средством профессионального общения, на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 102 страницы, 13 рисунков, 8 таблиц, 43 использованных источника, 2 приложения.

Ключевые слова: Компрессор, газокompрессорная станция, эксплуатация, модернизация, импортозамещение

Объектом исследования является компрессорная установка Ariel на «X» нефтегазовом месторождении.

Цель работы исследовать особенности эксплуатации компрессоров Ariel на «X» месторождении

В процессе исследования проводилось:

1. изучение особенностей «X» нефтегазового месторождения.
2. выявление особенностей компрессоров в компрессорной установке на месторождении.
3. расчет экономической эффективности проведения ремонтных работ с помощью отечественных запасных частей.
4. описание методов обеспечения охраны труда, промышленной безопасности и мероприятия по охране труда.

В результате исследования была произведена оценка проведения ремонтных работ компрессора на основе импортозамещения.

Степень внедрения: проведение ремонтных работ и последующая оценка эффективности

Область применения: Газокompрессорная станция на месторождении.

Экономическая эффективность/ значимость работы: увеличение прибыли организации на 8,2256 млрд.руб при проведении ремонтных работ на основе импортозамещения.

В будущем планируется усовершенствование процесса ремонтных работ.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

НГКМ – нефтегазовое конденсатное месторождение

ГКС – газокompрессорная станция

ГСМ – горючесмазочные материалы

ЧС – чрезвычайная ситуация

Оглавление

Реферат	7
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	8
Введение	10
1 Геологическое строение месторождения	12
2 Использование компрессоров на месторождении : общая характеристика и эксплуатация	19
2 Использование компрессоров на месторождении : общая характеристика и эксплуатация	19
2.1 Компрессор как составная часть компрессорные установки	19
2.2 Ariel - оппозитные компрессоры для тяжелых условий работы	33
2.3 Отечественные разработки по обслуживанию компрессоров	51
3 Экономическая часть	57
3.1 Расчет дополнительной выручки от реализации продукции за счет установки запасных частей отечественных производителей для компрессора Ariel	58
3.2. Затраты на ремонтные работы	59
3.3 Расчет влияния на себестоимость перекачки газа экономии энергоресурсов в результате проведения ремонтных работ	61
3.4 Расчет экономической эффективности ремонтных работ	61
4 Социальная ответственность	63
4.1 Производственная безопасность	65
4.1.1 Микроклимат	70
4.1.2 Недостаточная освещённость	72
4.1.3 Поражение электрическим током	73
4.1.4 Движущиеся механизмы	81
4.1.4 Шум	81
4.1.5 Загазованность	83
4.2 Экологическая безопасность	83
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	87
4.4.1 Правовые вопросы	87
4.4.2 Организационные мероприятия	89
Заключение	91
Список использованных источников	93
Приложение А Общая характеристика компрессора	97
Приложение Б Перечень вероятных неисправностей и их возможные причины	99

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что данный тип компрессорных машин получил широкое распространение во многих сферах производства, так как они обладают рядом существенных преимуществ, основными из которых являются:

- простое конструктивное устройство;
- высокие показатели производительности и экономичности; удобство эксплуатации и ремонтпригодность;
- без проблем функционируют при частом включении/отключении устройства, при периодической работе, в условиях повышенной запыленности, в зонах с высокими и низкими температурами;
- хорошая работоспособность как до, так и после проведения планового ремонта; доступная стоимость.

В настоящее время трудно представить холодильные установки, оборудование для сжижения газов, а также всё многообразие технологических процессов на предприятиях нефтегазового сектора, химических, машиностроительных и сталелитейных заводах, текстильных фабриках без активного использования компрессоров данного типа.

Промышленные поршневые масляные компрессоры для сжижения газа способны работать с такими газами, как водород, азот, гелий, природный газ и др. Во взрывоопасных помещениях химических и нефтехимических производств, выработанный компрессорами сжатый воздух используется в качестве энергоносителя для приведения в действие грузоподъемного и другого оборудования.

Отдельно следует рассмотреть оппозитное исполнение поршневых компрессоров, представляющих собой горизонтальные устройства с меньшим весом и габаритами, полученными за счет компактного размещения цилиндров по обе стороны вала и встречного движения поршней. Данное исполнение характерно для промышленных компрессоров большой и

средней производительности, для которых уменьшение размеров и веса является особо актуальным.

Цель данной дипломной работы исследовать особенности эксплуатации компрессоров Ariel на «Х» месторождении.

Для достижения цели ставятся следующие задачи:

1. Дать общую характеристику «Х» месторождению.
2. Выявить особенности компрессоров в компрессорной установке на месторождении.
3. Произвести расчет экономической эффективности проведение ремонтных работ с помощью отечественных запасных частей.
4. Описать методы обеспечения охраны труда, промышленной безопасности и мероприятия по охране труда.

Объект исследования – компрессорная установка Ariel на «Х» нефтегазовом месторождении.

Предмет исследования – особенности наиболее эффективной эксплуатации компрессоров Ariel.

Методы исследования: анализ литературы по проблеме исследования, сбор и анализ статистической информации по эксплуатации компрессора Ariel на «Х» нефтегазовом месторождении.

Научная и практическая новизна и значимость работы заключается в обобщении опыта по эксплуатации компрессоров Ariel в общем и в условиях «Х» нефтегазового месторождения с условием применения отечественных запасных частей.

Реализация и апробация работы проводилась на «Х» нефтегазовом месторождении в период с 15 октября 2017 по 15 мая 2018 года.

1 Геологическое строение месторождения

«Х» НГКМ введено в эксплуатацию в мае 2009 г. и является «идеальной моделью» сложного месторождения. Компания обеспечивает рентабельную разработку «Х» НГКМ за счет применения современных подходов и технологий в геологии, бурении, эксплуатации, логистике и других сферах деятельности. Сегодня производственный комплекс «Х» месторождения включает в себя кусты скважин, нефтесборники, установку подготовки нефти, резервуарный парк, нефтепровод, собственный энергокомплекс, жилые, бытовые и транспортные помещения, пожарное депо. В ближайших планах компании – монтаж второй очереди УПН, ввод в эксплуатацию новых скважин, в перспективных планах «Востокгазпрома», касающихся одного лишь «Х» месторождения, – ввод в эксплуатацию компрессорной станции и строительство газопровода на Мыльджинское ГКМ в рамках системы сбора и транспорта попутного нефтяного газа, которая позволит добиться его 100-процентного использования. Все это позволило уже в прошлом году добыть 270 тысяч тонн нефти, что превысило план. А в этом году компания планирует нарастить добычу нефти на «Х» до 550 тысяч тонн. На данный момент основной фонд скважин «Х» месторождения работает в режиме динамического равновесия. Уже вскоре в действующий фонд будут включены новые скважины, которые сейчас находятся в ожидании освоения, исследования или обустройства. Главное, и это уже факт: ожидания геологов относительно дебитов скважин оправдались. Планы развития компании предусматривают ввод в эксплуатацию новых месторождений со сложной геологической структурой в Томской области.

В административном отношении «Х» месторождение расположено на территории Парабельского района Томской области.

В географическом отношении «Х» месторождение находится в центральной части Западно-Сибирской низменности Пудинского нефтегазоносного района Васюганской нефтегазоносной области. «Х»

снизу-вверх выделены осадки юрской, меловой, палеогеновой и четвертичной систем.

Наибольший интерес для «Х» площади представляет Васюганская свита J3 vs Юрской системы J, так как в ней расположены продуктивные пласты Ю11 и Ю12 обладающие промышленными запасами нефти и газа.

Юрская система J

Верхний отдел J₃

Васюганская свита J₃vs

По особенностям литофациального строения васюганская свита расчленяется на нижнюю (глинистую) и верхнюю (песчано-алевролитово-аргилитовую) подсвиты.

Верхняя подсвита по объему соответствует горизонту Ю1. Отложения свиты залегают трансгрессивно на отложениях тюменской свиты и по возрасту охватывают келловейский-оксфордский ярус верхнего отдела юры.

Присутствие в верхней части разреза васюганской свиты реперных горизонтов, представленных слоями углей и углистых аргиллитов, а также четких глинистых разделов внутри свиты позволили выделить в её составе 4 объекта исследований.

Первый (нижний)- включает в себя нижневасюганскую подсвиту. Подсвита имеет келловей-оксфордский возраст, литологически представлена аргиллитами от темно-серых до черных с буроватым оттенком, углистыми, плитчатыми, с редкими тонкими прослоями светло-серого песчаника.

Нередко встречаются включения пирита, остатки раковин, прослои известняков. Ограничен в основании базальным песчаным пластом Ю2 и в кровле - подошвой песчаного пласта Ю13-4.

Второй по объему соответствует подугольной толще верхневасюганской подсвиты и заключен между угольным пластом У1б и толщей аргиллитов нижневасюганской подсвиты.

Третий соответствует межугольной толще верхней подсвиты и ограничен в угольный пласт У1б и в кровле пластом У12.

В подугольной толще развит песчаный пласт Ю13-4, в межугольной-Ю1, в надугольной распространены два песчаных пласта (снизу-вверх) Ю12, Ю11, которые являются продуктивными. Общая толщина продуктивных пластов Ю11 и Ю12 по «Х» месторождению изменяется от 1 до 10 м и до 15 м соответственно.

Мощность горизонта Ю1 равна 30-40м. Толщина свиты равна 75-80м.

Тектоника. В тектоническом отношении «Х» месторождение расположено в юго-западной части Западносибирской плиты (рисунок 2). Согласно общепринятой схеме тектонического районирования, в этой части плиты выделяются крупные тектонические структуры I порядка: положительные – Нижневартовский свод, Александровский мегавал, Каймысовский свод, Средне-Васюганский мегавал, Парабельский мегавал, Пудинский мегавал и др., и отрицательные – Усть-Тимская впадина, Нюрольская впадина,

Юганская впадина, Колтагорский мегапрогиб, Салацкий прогиб, и др.



Рисунок 2 - Тектоническая карта района работ

Условные обозначения:

3

«Х» локальное поднятие



Болтное локальное поднятие



Отрицательные структуры



Положительные структуры



Моноклизы

«Х» структура расположена в юго-западной периклинальной части Пудинского мегавала. В гравитационном поле Пудинскому мегавалу соответствует значительная по величине отрицательная аномалия силы тяжести. Пудинский мегавал осложняется положительными структурами второго порядка, которыми являются «Х», Пудинское, Горелоярское куполовидные поднятия и Останинский вал.

Нефтеносность «Х» месторождения установлена в отложениях юрского и нижнемелового комплекса, васюганской (пласт Ю12) свите. Размеры месторождения 6,5 х 12 км. Нефтеносность пласта Ю1² была впервые установлена в скважине №9Р в интервале от 2485 до 2495 м.

Пласт Ю1² залегает в верхней части Васюганской свиты. В пласте Ю12 находятся основные запасы нефти. Залежи водонефтяные и газоводонефтяные.

Плотность нефти в пластовых условиях 0,6-0,64 г/см³. Ожидаемый дебит от 10 до 100 м³/сут. Газовый фактор 140-320 м³/м³.

Газоносность

Основные залежи газа расположены в (пласт Ю11¹) кровле Васюганской свиты в интервале от 2470 до 2475 м. Свободный дебит газа от 30 до 200 м³/сут. Состояние в пластовых условиях - газоконденсат. Плотность газоконденсата 0,7 г/см³.

Водоносность. Водоносные горизонты расположены в песчаных пластах олигоцена, эоцена (от 0 до 285 м); в Верхнем, Нижнем Меле (от 285 до 2440 м), Васюганской свите Юрской системы (от 2470 до 2545 м). Воды олигоцена, эоцена являются пресными, пригодными для питьевых нужд. Плотность воды равна 1 г/см³.

Воды верхнего, нижнего мела минерализованные, по своему составу преимущественно хлоркальциевые. Степень минерализации от 10 до 20,6 гр/л. Не пригодны для питьевых нужд. Плотность вод равна 1,01-1,014 гр/см³.

Воды Васюганской свиты Юрской системы сильно минерализованы и относятся к хлоркальциевым. Степень минерализации составляет 42-45 гр/л.

Плотность вод составляет 1,02-1,03 гр/см³.

Вязкость в пластовых условиях по соседним месторождениям 0,35-0,40 МПа.

Имеющиеся материалы позволяют сделать вывод об упруговодонапорном режиме залежей пластов Ю1¹ и Ю1²

В скважинах лицензионного участка специальные геотермические исследования не проводились.

Геолого-физическая характеристика продуктивных пластов.

Фильтрационно-емкостные свойства коллекторов пласта Ю12 изучалась по данным керна 7-ми скважин. Коллекторами пласта Ю12 являются песчаники мелкозернистые, средне-мелкозернистые светло- и темно-серого цвета, слабо – и среднесцементированные, слабоглинистые. Встречаются песчаники крупнозернистые, массивные, хорошо сцементированные, однородные, мощностью до 3,5 м.

Текстура песчаников однородная, слоистость мало характерна. Окатанность обломочного материала, в основном, средняя. Количество цемента в песчаниках, обычно, невелико. Характерно повсеместное присутствие сидеритовых и пиритовых включений.

По данным анализа керна пористость пород колеблется от 6.6 до 25.5%, проницаемость изменяется в диапазоне от непроницаемых разностей до 0.234 мкм², остаточная водонасыщенность - от 12.2 до 61.1%

Проницаемость в крест напластования меньше проницаемости по напластованию, коэффициент анизотропии составляет 0.6.

Состав и основные физические свойства нефти, газа и пластовых вод.

Изученность залежи нефти в пласте Ю12 очень высокая - из всех скважин отобрано и исследовано по несколько проб. Давление насыщения нефти газом 8 МПа, газосодержание - 56,07 м³/т, плотность нефти – 0,827т/м³, объёмный коэффициент равен 1,153, вязкость пластовой нефти составила 0,783 МПа*с.

Кинематическая вязкость при 20° С – 4,42 МПа*с, при 50°С – 2,43 МПа*с.

По углеводородному составу нефть месторождения относится к метаново - нафтено ароматическому типу.

Растворённый в нефти газ имеет углеводородный состав, в нём присутствует в небольших количествах углекислый газ (1,52%) и азот (3,52). Плотность газа по воздуху равна 0,86.

Пластовая вода относится к хлорнатриевому типу, минерализация её составляет 45,6 г/л, плотность-1,033 г/см³.

Содержание йода и брома не превышает кондиционных значений. Вода содержит незначительное количество растворённого газа углеводородного состава.

2 Использование компрессоров на месторождении : общая характеристика и эксплуатация

2 Использование компрессоров на месторождении : общая характеристика и эксплуатация

2.1 Компрессор как составная часть компрессорные установки

Компрессорные установки предназначены для сжатия попутного нефтяного газа до необходимого давления на выходе ГКС, охлаждения газа и сепарации выделившейся в процессе охлаждения жидкости.

Работа компрессорных установок предусматривается в автоматическом режиме, без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Компрессоры это агрегаты, в которых в процессе сжатия газа рабочая среда охлаждается. Степень сжатия в компрессорах превышает 3,5. Компрессоры используются для интенсификации различных процессов, а также в качестве отдельного оборудования в ряде отраслей.

В зависимости от нагнетаемого рабочего давления все компрессоры разделяются на следующие типы:

- Вакуумные машины, в которых уровень начального давления газа ниже атмосферного;
- Низкого давления, где конечный уровень давления газа находится в пределах от 0,115 до 1,0 МПа;
- Высокого давления, где конечное давление составляет от 10 до 100 МПа;
- Сверхвысокого давления, в которых уровень конечного давления превышает 100 МПа.

Уровень конечного давления может нагнетаться компрессором, оснащенным одной ступенью (одноступенчатый агрегат), либо компрессор

может иметь несколько последовательно работающих ступеней (многоступенчатый компрессор).

По принципу сжатия газа компрессоры бывают объемного и динамического типа. Объемные компрессоры сжимают газ за счет периодического уменьшения его объема. Данный тип компрессоров подразделяется на следующие группы:

- Поршневые (свободно-поршневые, роторно-поршневые, с механизмом движения, с кривошипно-шатунным механизмом, с кулисным механизмом, с кулачковым механизмом);
- Мембранные;
- Роторные (пластинчатые, жидкостно-кольцевые, с катящимся ротором, винтовые, шестеренчатые, роторно-поршневые).

Динамические компрессоры сжимают газ посредством создания непрерывного ускорения в потоке газа. Согласно принципу действия такие компрессоры подразделяют на два типа:

- Турбокомпрессоры (радиальные: центробежные и центробежные, осевые, диагональные, вихревые);
- Струйные.

Совершенствование компрессоров в области экономических показателей имеет большое значение в настоящее время. Основными параметрами, характеризующими работу компрессоров являются производительность Q , начальное давление p_1 , конечное давление p_2 , степень сжатия s , а также мощность на валу компрессора N_e .

Объемные компрессоры сжимают газ за счет того, что периодически уменьшают его объем. Данный тип компрессоров подразделяется на три основные группы: поршневые, мембранные и роторные машины. Наиболее распространенными в данной группе являются поршневые и роторные агрегаты. Функционирование таких машин заключается во всасывании и вытеснении газа твердыми подвижными элементами механизма: поршнями,

зубцами или пластинами, которые двигаются внутри цилиндров и корпусах специальных форм.

В соответствии с характером действия, поршневые компрессоры могут быть одинарного (или простого) действия и двойного действия. В агрегатах простого действия, за один ход поршня осуществляется одно всасывание или нагнетание. В компрессорах двойного действия, за один ход поршня осуществляется два всасывания или нагнетания.

По количеству ступеней сжатия поршневые компрессоры делятся на три типа: одноступенчатые, двухступенчатые и многоступенчатые. Ступенью сжатия принято называть часть компрессора, в которой газ сжимается до промежуточного или конечного давления.

Конструктивно, одноступенчатые компрессоры могут быть вертикальными или горизонтальными. Как правило, компрессоры с горизонтальной конструкцией являются машинами двойного действия, а компрессоры с вертикальной конструкцией относятся к агрегатам простого действия.

В одноступенчатом компрессоре простого действия с горизонтальным типом конструкции, поршень перемещается внутри цилиндра [Приложение А]. Цилиндр оснащен крышкой, которая имеет всасывающий и нагнетательный клапаны. Поршень компрессора соединяется с шатуном и кривошипом. На валу кривошипа располагается маховик. В процессе хода поршня слева направо, в зоне между поршнем и цилиндром возникает разрежение. Разность давления в линии всасывания и цилиндре заставляет открываться клапан, в результате чего газ поступает в цилиндр. Когда поршень совершает обратное движение справа налево, всасывающий клапан закрывается, и газ в цилиндре сжимается до уровня давления p_2 . Далее, через клапан газ вытесняется в линию нагнетания. Цикл завершается и повторяется снова.

Одноступенчатый компрессор двойного действия оснащен четырьмя клапанами (двумя всасывающими и двумя нагнетательными). Такие машины

устроены сложнее, но уровень производительности у них в два раза выше. В целях охлаждения цилиндр и крышки могут оснащаться водяными рубашками. Чтобы увеличить показатель производительности данные машины могут изготавливаться многоцилиндровыми конструкциями. Одноступенчатые компрессоры с вертикальным типом конструкции являются более производительными и быстроходными, чем горизонтальные. Кроме того, они занимают меньшую производственную площадь и более долговечны.

Двухступенчатые компрессоры с горизонтальным типом конструкции, как правило, оснащены одним цилиндром и ступенчатым или дифференциальным типом поршня. Газ подвергается сжатию в цилиндре левой стороной поршня, после чего проходит сквозь холодильник и подается в цилиндр с другой стороны, где сжимается до уровня p_2 .

Многоступенчатые конструкции оснащены цилиндрами, которые располагаются последовательно (система тандем) или параллельно (система компаунд). Существуют также оппозитные конструкции компрессоров, где поршни двигаются взаимно противоположно. Цилиндры в конструкциях данного типа располагаются по обе стороны вала.

Следует отметить, что реальный процесс сжатия газа в компрессоре отличается от теории. Так, между поршнем, когда он находится в крайнем положении и крышкой цилиндра есть некий свободный объем. Данный зазор носит название вредного пространства. В данном зазоре, по завершению нагнетания, сжатый газ расширяется при обратном ходе поршня. По этой причине всасывающий клапан открывается только после снижения уровня давления до уровня давления на всасывании. Таким образом, поршень совершает холостое движение, что снижает производительность компрессора.

Поршневой компрессор извергает пульсирующий поток конденсата, который представляет собой газ, загрязненный остатками смазочного масла.

Компрессорная установка оснащается рядом дополнительных устройств, которые способны сделать данный поток газа пригодным для употребления.

Подсасываемый воздух проходит очистку в фильтре, после чего последовательно подается в ступени сжатия. Сжатый газ подвергается охлаждению, а конденсат, который выделяется из напорного трубопровода, осаждается. После этого, сжатый газ подается в котел с наддувом, который выступает как ресивер для пульсирующего потока газа. Обратный клапан не дает сжатому газу вернуться, в случае остановки компрессора.



Рисунок 3 - Технологическая схема двухступенчатой компрессорной установки.

Поршневые компрессорные установки широко используются во многих отраслях промышленности. Их функция состоит в подаче сжатого воздуха как источника энергии в технологических процессах. Так, сжатый воздух применяется для транспортировки сыпучих веществ, активации пневматических систем, в области производства стекла и пластиковой тары и т.п.

В процессе вращения массивного ротора, газ захватывается в пространства между лопастями и перемещается от всасывающего патрубка к нагнетательному патрубку. После чего газ вытесняется в трубопровод. Вал роторного компрессора может соединяться с валом приводного двигателя через редуктор или без него. Благодаря этому установка отличается компактностью и небольшой массой.

В корпусе такого агрегата располагается ротор, оснащенный двумя лопатками. Перед запуском агрегата, его наполовину заполняют водой. По мере того, как ротор совершает вращательные движения, вода отбрасывается к периферии и образуется ровное водяное кольцо. В пространстве между лопатками ротора и водяным кольцом возникают ячейки, объем которых увеличивается во время первого оборота ротора и уменьшается во время второй половины. Патрубок засасывает газ, который затем сжимается компрессором. Поршень играет роль водяного кольца, при помощи которого меняется объем рабочих камер компрессора. Данный компрессор не способен нагнетать высокий уровень давления, поэтому данный тип машин часто применяют как вакуумный насос или газодувку.

Роторные компрессоры получили широкое применение в химической промышленности, а также в процессах дутья в некоторых металлургических печах.

К динамическим компрессорам принято относить такие агрегаты как центробежные, струйные и осевые машины.

Принцип действия центробежных компрессоров аналогичен центробежным насосным установкам. К данному типу относятся турбогазодувки, турбокомпрессоры и осевые компрессоры.

Турбогазодувки одноступенчатого типа относятся к разновидностям вентиляторов высокого давления и способны сжимать газ до $3 \cdot 10^4$ Па. Колесо, оснащенное лопатками, совершает вращательные движения внутри направляющего аппарата. Направляющий аппарат размещен внутри корпуса, выполненного в виде спирали. Кинетическая энергия газа преобразуется в потенциальную энергию давления, газ сжимается и выходит через патрубок.

Газодувки многоступенчатого типа оснащаются 3 или 4 колесами с лопатками, газ между ступенями охлаждению не подвергается. Благодаря тому, что диаметры колес одинаковы, а ширина снижается к каждому последующему колесу, газ сжимается без изменения числа оборотов вала и формы лопаток. Показатель степени сжатия газа варьируется в рамках 3-3,5.

Турбокомпрессоры (или центробежные компрессоры) имеют устройство схожее с турбогазоводувками, но они способны создавать более высокую степень сжатия. Данный тип машин работает по динамическому принципу, т.е. они создают статическое давление посредством преобразования кинетической энергии в статическую энергию. Турбокомпрессоры оснащены большим числом колес, диаметр и ширина колеса уменьшается к каждому последующему. Довольно часто колеса располагаются в разных корпусах. В пределах одного корпуса, диаметр колес одинаковый, но ширина колес отличается. Промежуточные холодильники между корпусами охлаждают газ. Центробежные турбокомпрессоры способны нагнетать давление от 2,5 до 3,0 МПа. В зависимости от формы рабочего колеса, выделяют радиальные или осевые компрессоры.

Корпус осевого компрессора выполнен в форме цилиндрического патрубка. Внутри корпуса вращается рабочее колесо, которое оснащено лопатками. Воздух перемещается вдоль оси вала, что обеспечивает высокий КПД. Осевые компрессоры являются компактными конструкциями. Давление, которое они создают, не превышает 0,5-0,6 МПа.

Динамические компрессоры работают в составе двигателей самолетов и вертолетов, в составе систем нагнетающих воздух, системах вентиляции и перекачивания газа.

Винтовые компрессоры широко применяются для сжатия воздуха и газов под давлением не более 2 МПа. К преимуществам винтовых компрессоров принято относить надежность, небольшую массу и габариты. Данные машины часто применяют на передвижных компрессорных станциях взамен поршневых. Показатель производительности таких станций не превышает $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$, давление в пределах 0,8 МПа. Винтовые компрессоры целесообразно применять для сжатия легких газов (гелий, водород и т.п.) вместо центробежных машин.

Наиболее распространенными на современных нефтегазовых месторождениях являются поршневые компрессоры. В отличие от винтовых

компрессоров, ресурс основных узлов которых может достигать более 200 тыс. часов и периодической замене подлежат только подшипники винтового блока, поршневые компрессоры требуют проведения планового технического обслуживания гораздо чаще, в среднем, через 500 часов эксплуатации. Обслуживание поршневых компрессоров Howden CKD В случаях проведения ремонта компрессоров, замене могут подлежать такие детали, как поршень, поршневые кольца, клапаны, подшипники коленчатого вала, шатунные шейки, вкладыши.

Многие современные поршневые компрессоры выпускаются в безмасляном исполнении, т.к. согласно требованиям широкого ряда технологических процессов необходимо обеспечить нагнетание воздуха, в котором полностью отсутствуют частицы масла. Это касается производства лекарственных препаратов, компонентов электронного оборудования, покраски автомобилей, эксплуатации роботизированной техники, изготовления пищевых продуктов.

Для нефтеперерабатывающих предприятий использование безмасляных компрессоров вполне оправдано, так как позволяет избежать поглощения масла алюмогелем во время процесса осушки пропилена.

Особо следует выделить применение поршневых компрессоров для нагнетания воздуха и обеспечения функционирования различных пневматических устройств: гайковертов, краскопульты, оборудования для подкачки шин и т.п.

Учитывая особенности конструктивного устройства, семейство поршневых компрессоров разделяют на ряд подгрупп:

- одноступенчатые, двухступенчатые, многоступенчатые (в зависимости от количества ступеней сжатия);
- угловые, горизонтальные, вертикальные (в соответствии с применяемым размещением цилиндров);
- одноцилиндровые, двухцилиндровые, многоцилиндровые (по количеству установленных цилиндров);

- бескрейцкопфные и крейцкопфные (соответственно, одностороннего и двухстороннего всасывания);

- однопоршневые, двухпоршневые, многопоршневые (согласно числу работающих поршней);

- с водяным и воздушным охлаждением (системы водяного охлаждения используются для машин высокой производительности, при работе которых выделяется большое количество тепла).

В состав поршневой компрессорной установки входят следующие основные блоки и оборудование:

«Индивидуальное укрытие компрессорного агрегата, которое обеспечивает свободный доступ к узлам и деталям при регламентных и ремонтных работах на агрегате, а также комфортные условия для персонала при проведении данных работ. В укрытии размещается блочный компрессорный агрегат, технологическое сепарационное оборудование, системы жизнеобеспечения агрегата» [7].

Блочный компрессорный агрегат, состоящий из стальной рамы со смонтированным на ней технологическим оборудованием и системами:

- газопоршневой двигатель Caterpillar G3616TALЕ;
- оппозитный трёхступенчатый поршневой компрессор Ariel JGZ/6-3 с буферными емкостями-коллекторами всасывания и нагнетания;

- соединительная муфта;
- пусковая система с электростартером;
- система зажигания;
- топливная система, включая фильтр топливного газа, регулятор давления, расходомер топливного газа и отсечной клапан;

- система смазки, включая масляные насосы, подогреватель масла,
- фильтры и холодильники, насосы предпусковой смазки двигателя и компрессора, индикаторы уровня масла в картере двигателя и компрессора;

- закрытая система охлаждения двигателя с насосами, подогревателем и холодильником охлаждающей жидкости рубашки охлаждения и

расширительным баком с индикатором уровня;

- система автоматического управления и диагностирования, включая смонтированные на двигателе, компрессоре и технологическом оборудовании датчики, регуляторы, клапаны, провода и кабели.

- Технологическое оборудование и системы жизнеобеспечения, размещаемые в укрытии:

- входные сепараторы газа на каждую ступень компримирования, оснащенные системой автоматического контроля уровня жидкости, пневматическим сбросным клапаном, выключателем по превышению предельного уровня жидкости, уровнемерным стеклом, дренажными кранами;

- замерное устройство расхода газа через компрессор с погрешностью измерения не более 4 %.

- внутриблочные трубопроводы и арматура: входной и выходной пневмоприводной краны, предохранительные клапаны после каждой ступени нагнетания, обратный клапан на выходе КУ, пневмоприводной перепускной клапан, пневмоприводной клапан сброса газа из обвязки компрессора и технологического оборудования на факел;

- система штатного освещения;

- система аварийного освещения;

- система газообнаружения;

- система вентиляции, включая аварийную;

- система пожарной сигнализации и пожаротушения;

- грузоподъемные механизмы, рассчитанные из условий обеспечения ремонтных операций;

- система водяного отопления с применением регистров.

Как видно из описания, компрессор Ariel JGZ/6-3 является основным элементом компрессорной установки.

Корпорация Ariel, основанная в 1966 году, расположена в Маунт Вернон – штат Огайо.

Является мировым лидером в производстве поршневых компрессоров (приблизительно 75% [1] всех выпускаемых компрессоров).

По всему миру в работе находится более чем 35000 установок.

Мощность компрессоров до 8000 кВт.

Компания PSE Engineering является официальным пекиджером поршневых компрессоров фирмы Ariel, производящая как расчет, планирование, пекиджирование и ввод в эксплуатацию новых установок, так и предоставляющая сервисные услуги по обслуживанию уже находящихся в эксплуатации всех поршневых установок фирмы Ariel, вне зависимости были установки спроектированы фирмой PSE Engineering или нет. PSE Engineering занимается так же поставкой запасных частей ко всем видам поршневых компрессоров марки Ariel.

Успешное сотрудничество с концерном Ariel продолжается уже более 20 лет и за этот период был накоплен колоссальный опыт работы с компрессорами этой фирмы.

Проектирование компрессорных установок производится в соответствии с Европейскими нормами (CE), ATEX, SIL, которые являются самыми требовательными, поэтому можно утверждать, что установки, произведенные PSE Engineering, отвечают последнему слову техники, учитывая то, что за основу у всех пекиджеров берутся одни и те же компрессоры.

Учитывая пожелания Заказчика, комплектация компрессорных установок происходит в стандартном выработанном годами исполнении или в индивидуальном исполнении.

Компоненты компрессора могут быть выполнены и собраны разными способами, чтобы соответствовать требованиям Заказчика для конкретного применения.

Наличие основных компонентов компрессора позволяет создавать множество конфигураций, соответствующих требованиям разных условий применения.

В распоряжении фирмы находятся высококвалифицированные специалисты, имеющие многолетний опыт в проектировании компрессорных установок.

Проектирование установок производится на базе следующих программ:

- AutoCad 2010;
- 2D/3D,
- RC- Plant 2010,
- Navisworks Manage,
- Autodesk Design

Сборка оборудования производится в сборочных цехах, оборудованными всем необходимым для успешной работы. Сборочный цех находится в городе Халберштадт.

Компрессорные установки отличаются легким и удобным доступом ко всем технологическим узлам и измерительным приборам, благодаря чему облегчается эксплуатация установки и ее сервисное обслуживание.

Рекомендации к сервисному обслуживанию, как и само обслуживание в зависимости от желания Заказчика может производиться сервисным персоналом компании.

Установки, в зависимости от их размеров и учитывая пожелания Заказчика, устанавливаются или полностью на рабочую раму или же устанавливаются в компрессорном помещении.

Модели JGR и JGJ представляют собой поршневые компрессоры средней производительности, которые хорошо подходят для сбора газа на небольших месторождениях. Приводятся электро и газовыми двигателями.

Крупные оппозитные поршневые компрессоры JGH и JGE тысячами работают для сбора газа на нефтегазовых месторождениях по всему миру. Приводимые современными высокоскоростными газопоршневыми двигателями они работают год за годом и являются отличным решением для компрессорных агрегатов. Крупные оппозитные компрессоры JGK и JGT

чаще всего применяются для сбора попутного газа, закачки газа в пласт, дожима топливного газа, газовых хранилищ, сбора шахтного газа.

Мощные, среднескоростные, поршневые компрессоры JGC и JGD приводятся современными электродвигателями и газовыми двигателями. зарекомендовали себя в областях применения, требующих мощных приводных двигателей и компрессоров большой производительности.

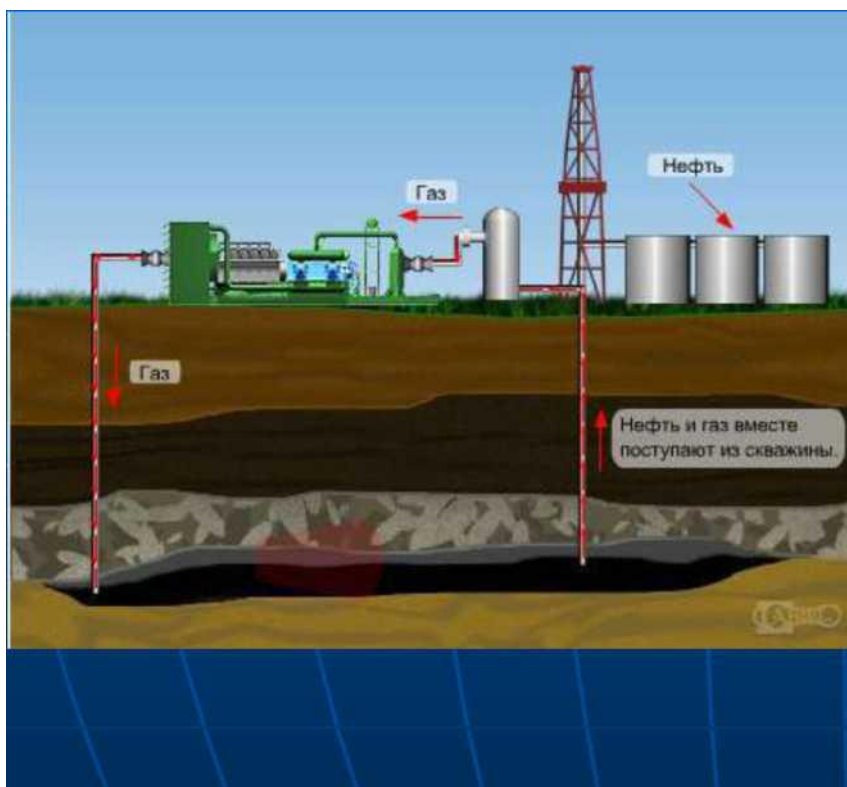


Рисунок 4 - Обратная закачка газа в пласт

Модели KBZ и KBU являются большими, среднескоростными поршневыми компрессорами.

С момента их появления в 2002 году, они зарекомендовали себя как самый наименее затратный способ компримирования там, где требуются мощные приводные двигатели и компрессоры большой производительности.

Для закачивания воздуха или азота применяются JGN и JGQ поршневые, оппозитные компрессоры небольшой мощности, которые стали одним из лучших экономичных решений для парков сжиженного природного газа с многочисленными стандартными компрессионными установками.

Поршневые оппозитные компрессоры JG и JGA средней мощности хорошо работают как с газопоршневым так и электрическим приводом.

Применяются поршневые компрессоры JGK, JGT, JGH, JGE, JGR, JGJ для газлифта.

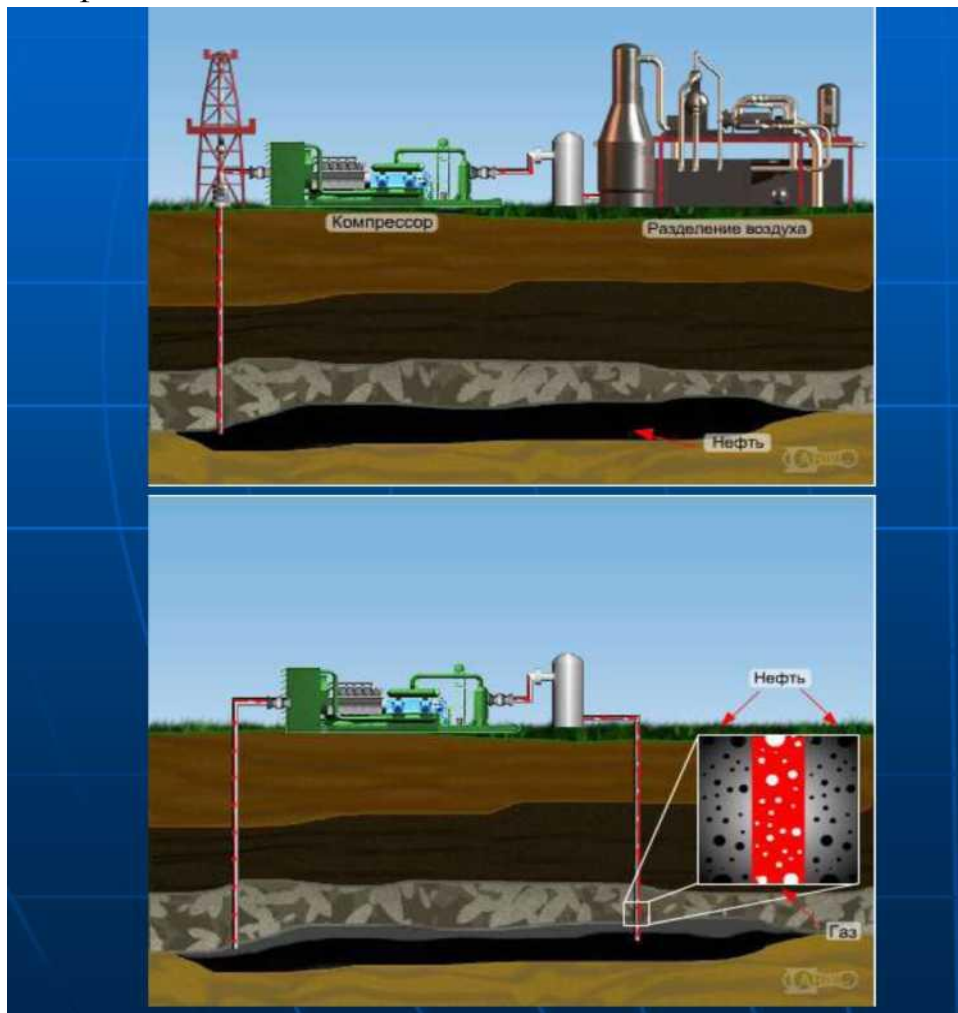


Рисунок 5 - Газлифт

Модели KBV и KBV являются крупнейшими базами компрессоров, выпускаемых Корпорацией Ariel.

Особенно хорошо эти агрегаты подходят для ПХГ и там, где требуется нагнетание газа под высоким давлением.

Кроме того применяются мощные, среднескоростные поршневые компрессоры JGC, JGD и большие среднескоростные компрессоры KBZ, KBV.

Мощные, среднескоростные поршневые компрессоры JGC, JGD приводятся современными электродвигателями и газовыми двигателями, зарекомендовали себя в трубопроводном транспорте газа.

Модели KBZ и KBU являются большими, среднескоростными поршневыми компрессорами. С момента их появления в 2002 году, они зарекомендовали себя как самый наименее затратный способ компримирования для таких применений как трубопроводный транспорт газа.

Модели KBV и KBV являются крупнейшими базами компрессоров, выпускаемых Корпорацией Ariel. Особенно хорошо эти агрегаты подходят для транспорта газа.

Компрессоры серий JGH, JGE, JGK, JGT, JGC, JGD применяются также для холодильных установок, применяемых для отделения жидких фракций природного газа (в основном пропана и более тяжелых компонентов) от потока природного газа, поступающего из газовых и нефтяных скважин, а также из других источников.

2.2 Ariel - оппозитные компрессоры для тяжелых условий работы

Компрессоры Ariel спроектированы с учетом обеспечения простоты в работе и обслуживании. Опыт показывает, что компрессоры Ariel обеспечивают долговременную эффективную работу при соответствующем минимальном обслуживании.

Компрессоры Ariel имеют много общих конструктивных решений, однако каждая модель обладает своими специфическими особенностями, присущими только ей. Соответственно, если вы как оператор, знакомы с компрессорами Ariel, Вам тем не менее следует изучить настоящее руководство, чтобы знать особенности данной модели. Если компрессоры Ariel вам не знакомы, необходимо детально изучить данное руководство перед началом работы с компрессором.

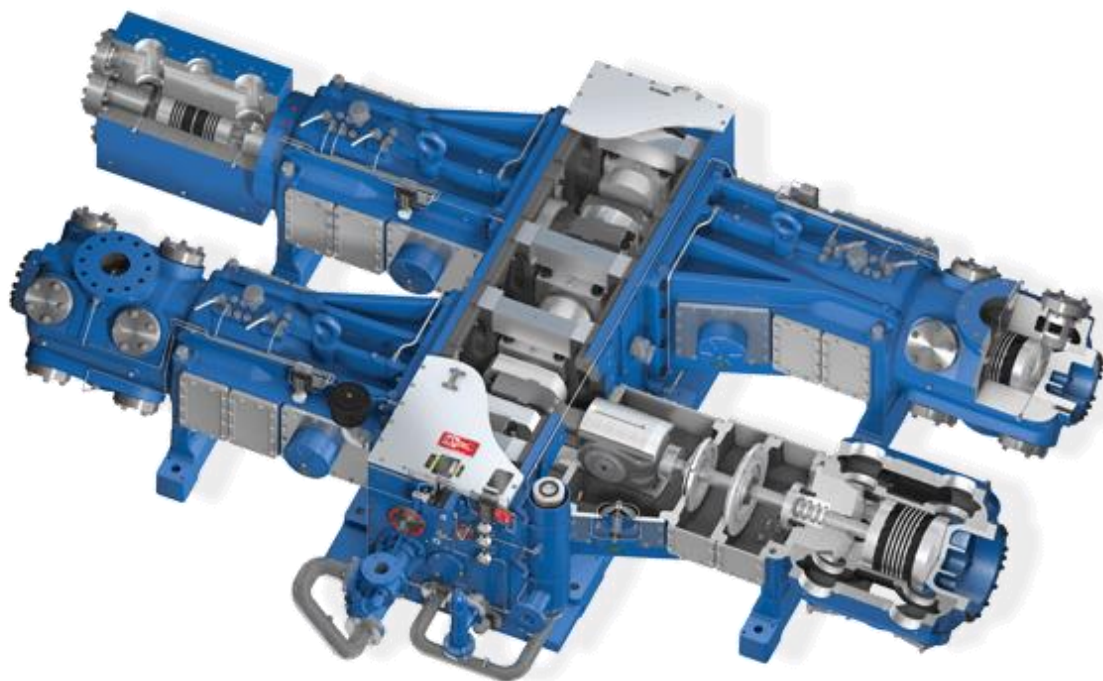


Рисунок 6 – Внешний вид компрессора

Таблица 1 - Технические данные баз JGZ

Модель	JGZ/2	JGZ/4	JGZ/6
Ход поршня, дюйм (мм)	6.75 (171)	6.75 (171)	6.75 (171)
Частота вращения, мин ⁻¹ b	500 до 1000	500 до 1000	500 до 1000
Скорость поршня, фут/мин (м/с)	до 1125 (5,72)	до 1125 (5,72)	до 1125 (5,72)
Число рядов	2	4	6
Мощность, л. с. (кВт)	до 2600 (1939)	до 5200 (3878)	до 7800 (5816)
Высота: низ-ось коленвала, дюйм (мм)	24.000 (609,60)	24.000 (609,60)	24.000 (609,60)
Расстояние между осями подшипников шатуна, дюйм (мм)	18.500 (469,90)	18.500 (469,90)	18.500 (469,90)
Максимальная ширина, дюйм (м)	186 (4,72)	186 (4,72)	186 (4,72)
Максимальная длина, дюйм (м)	87 (2,21)	135 (3,43)	185 (4,70)
Примерная масса с цилиндрами, фунт (кг)	22,500 (10 200)	45,000 (20 500)	67,000 (30 500)

Производительность маслонасоса при максимальной частоте вращения и температуре 82°C, гал./мин	35 (2,2)	84 (5,3)	113 (7,1)
Ёмкость поддона, галлоны (л)	40 (151)	77 (291)	107 (405)
Диаметр штока, дюйм (мм)	2.875 (73,03)	2.875 (73,03)	2.875 (73,03)
Максимальная нагрузка на шток- цилиндр двойного действия:			
Сжатие+ растяжение, фунт силы (кН)	150,000 (667)	150,000 (667)	150,000 (667)
Растяжение, фунт силы (кН)	75,000 (334)	75,000 (334)	75,000 (334)
Сжатие, фунт силы (кН)	80,000 (356)	80,000 (356)	80,000 (356)
Максимальная нагрузка на шток- цилиндр одинарного действия:			
Растяжение, фунт силы (кН)	75,000 (334)	75,000 (334)	75,000 (334)

Номинальные частоты вращения для бессмазочной работы и компрессоров для нефтехимии могут отличаться от указанных

«Основными узлами базы компрессора являются: рама, коленчатый вал с подшипниками, шатуны, система цепного привода, крейцкопфы и направляющие крейцкопфов, фонари» [21].

Главная масляная магистраль прокатана в теле рамы (картера) по всей его длине. Сверленные масляные каналы обеспечивают подачу масла к трущимся поверхностям.

«Съемные торцевые крышки, верхняя крышка, и боковые крышки направляющих крейцкопфов обеспечивают максимальный доступ для проверки и выема внутренних деталей и узлов. Для облегчения верхняя крышка выполнена алюминиевой» [17].

При проведении всех обслуживаний компрессора необходимо соблюдать абсолютную чистоту, включая использование безворсовых обтирочных материалов. Когда снята какая-либо крышка, держите раму закрытой, чтобы защитить внутренние поверхности от пыли, кроме случаев, когда проводятся работы внутри рамы. Любые демонтированные узлы и детали должны быть защищены от падающих предметов, которые могут

повредить сопрягаемые поверхности.

«При разборке компрессора прокладки в узлах, не работающих под давлением, должны быть тщательно проверены перед повторным использованием, в случае повреждения прокладки необходимо заменить. Прокладки, работающие в узлах под давлением, должны быть заменены в любом случае. При капитальных ремонтах слейте масло из картера и промойте его» [11].

«Если на расположенных противоположно рядах данного компрессора цилиндры меняются местами, необходимо поменять местами также все движущиеся возвратно- поступательно детали, кроме шатунов. Если цилиндр устанавливается не на расположенный противоположно ряд или устанавливается цилиндр другого размера или класса, необходимо пересчитать массы и проверить балансировку» [15].

Таблица 2 - Технические данные баз JGU^a

Модель	JGU/2	JGU/4	JGU/6
Ход поршня, дюйм (мм)	5.75 (146)	5.75 (146)	5.75 (146)
Частота вращения, мин ^{-1 b}	600 до 1200	600 до 1200	600 до 1200
Скорость поршня, фут/мин (м/с)	до 1150 (5,84)	до 1150 (5,84)	до 1150 (5,84)
Число рядов	2	4	6
Высота: низ-ось коленвала, дюйм (мм)	24.000 (609,60)	24.000 (609,60)	24.000 (609,60)
Расстояние между осями подшипников шатуна, дюйм (мм)	18.500 (469,90)	18.500 (469,90)	18.500 (469,90)
Максимальная ширина, дюйм (м)	186 (4,72)	186 (4,72)	186 (4,72)
Максимальная длина, дюйм (м)	87 (2,21)	135 (3,43)	185 (4,70)
Примерная масса с цилиндрами, фунт (кг)	22,500 (10 200)	45,000 (20 500)	67,000 (30 500)

Производительность маслонасоса при максимальной частоте вращения и температуре 82°C, гал./мин (л/с)	42 (2,6)	101 (6,4)	135 (8,5)
Теплоотвод в масло, британских тепловых единиц/ч (Дж/с)	70,000 (20,5)	140,000 (41,0)	210,000 (61,6)
Емкость поддона, галлоны (л)	40 (151)	77 (291)	107 (405)
Диаметр штока, дюйм (мм)	2.875 (73,03)	2.875 (73,03)	2.875 (73,03)
Максимальная нагрузка на шток- цилиндр двойного действия:			
Сжатие+ растяжение, фунт силы (кН)	150,000 (667)	150,000 (667)	150,000 (667)
Растяжение, фунт силы (кН)	75,000 (334)	75,000 (334)	75,000 (334)
Сжатие, фунт силы (кН)	80,000 (356)	80,000 (356)	80,000 (356)
Максимальная нагрузка на шток- цилиндр одинарного действия:			
Растяжение, фунт силы (кН)	75,000 (334)	75,000 (334)	75,000 (334)

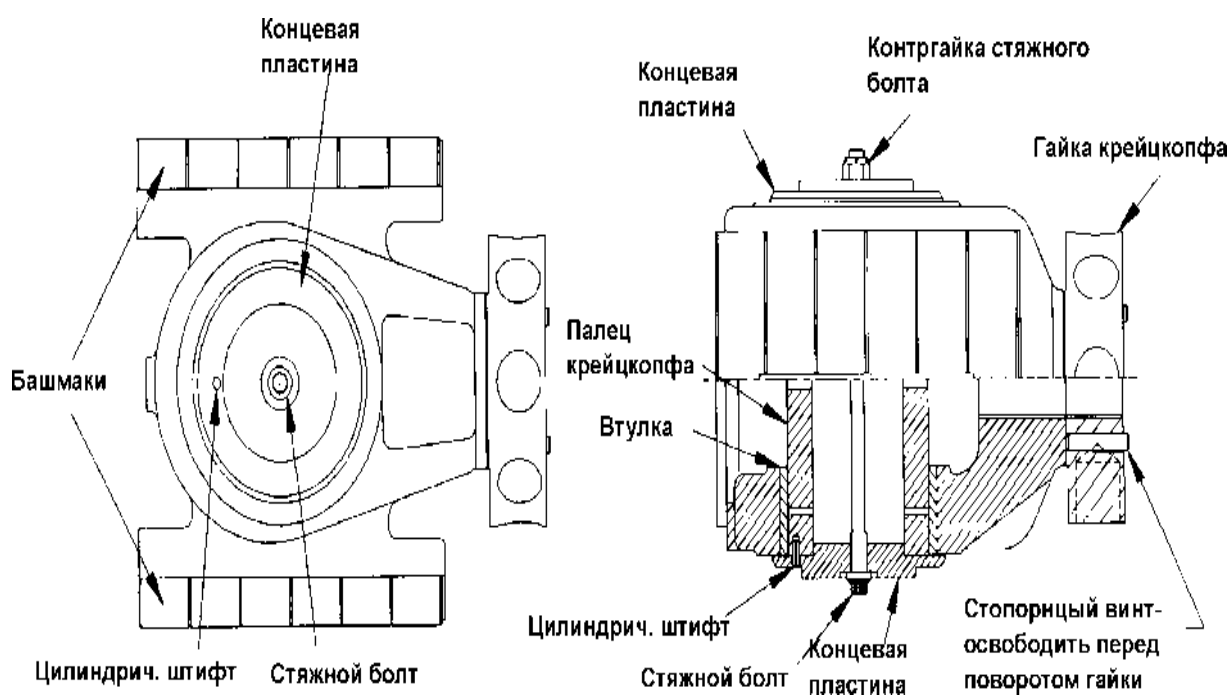


Рисунок 7 - Типовой крейцкопф

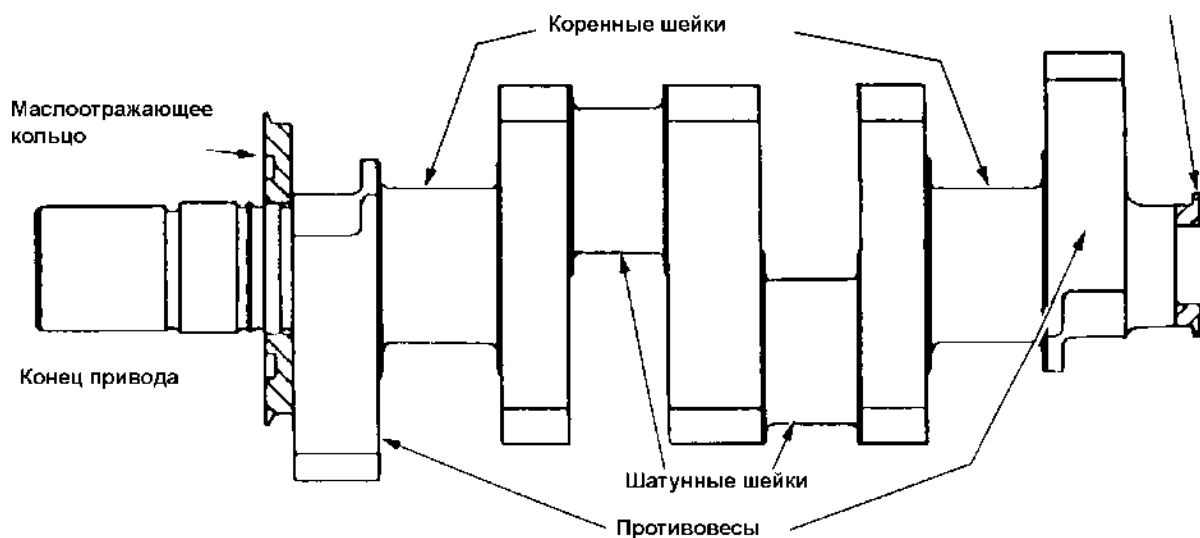


Рисунок 8 - Коленчатый вал

Хотя маслоотражатель при надлежащем уходе может служить неопределенно долго, иногда он может повредиться (забоина, вмятина).

«В поршневых компрессорах очень важно избежать крутильных колебаний. В некоторых случаях может понадобиться отстройка системы валопровода, чтобы избежать резонансных колебаний, которые могут возникнуть на частоте собственных колебаний. Обычно эту проблему помогает решать квалифицированная организация, специализирующаяся на анализе крутильных колебаний и работающая в тесном контакте с изготовителями комплектного агрегата, приводного двигателя и Ariel» [21].

«В зависимости от результатов анализа крутильных колебаний (АКК), может понадобиться установка (или добавление к имеющимся) на коленчатом валу компрессора дисков (“бубликов”) гашения крутильных колебаний (дисков отстройки). Размеры дисков гашения крутильных колебаний рассчитываются в зависимости от характеристик компрессора и особенностей его применения, диски специально растачиваются для установки на удлинительный участок конкретного вала. Неправильная настройка системы валопровода агрегата может вызвать серьезные поломки компрессора, муфты, и/или привода, а также создает угрозу

жизни обслуживающего персонала» [7].

Для установки дисков требуется 2 оператора. Детали диска достаточно тяжелые и неудобные в обращении. Чтобы не травмировать операторов и не повредить оборудование, для некоторых описанных ниже операций рекомендуется привлечь не менее 2-х операторов.

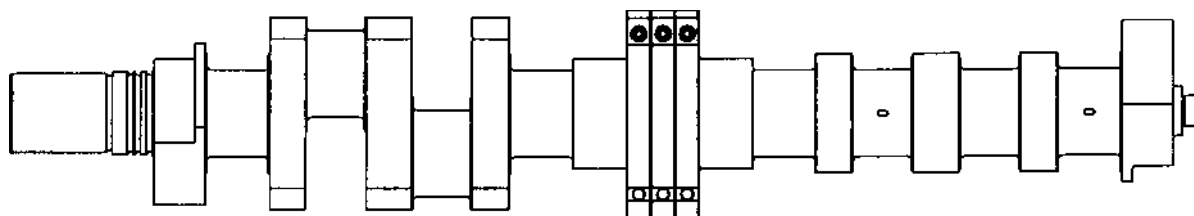


Рисунок 9 - Размещение диска(ов) на удлинительном участке вала

Установка дисков гашения крутильных колебаний (дисков отстройки) на валах компрессоров

«Цепной привод осуществляется от коленчатого вала и размещается в раме со стороны вспомогательных механизмов. Две цепи приводят масляный насос и насос лубрикатора. Натяжение цепей регулируется натяжными звездочками, прикрепленными к регулировочным эксцентрикам. Цепи постоянно смазываются из своих масленок. Замена любой детали, которая может изменить положение звездочки привода на коленвале (т.е. коленвала, приводной звездочки, упорных пластин) и/или изменение первоначального положения звездочек приводимых механизмов, может потребовать переустановки звездочек масляного насоса и лубрикатора. Отцентрируйте коленвал, распределив его осевой люфт на две стороны. С помощью угольника убедитесь, что звездочки выставлены в пределах 1 мм (1/ 32 дюйма). Или другой метод . С помощью точной линейки замерьте расстояние от внутренней поверхности крышки стороны вспомогательных механизмов до ближней поверхности приводной звездочки на коленчатом валу. Проверьте расстояния приводимых звездочек цепного привода от внутренней поверхности крышки стороны вспомогательных механизмов.

При необходимости отрегулируйте положения приводимых звездочек, чтобы эти расстояния» [22]

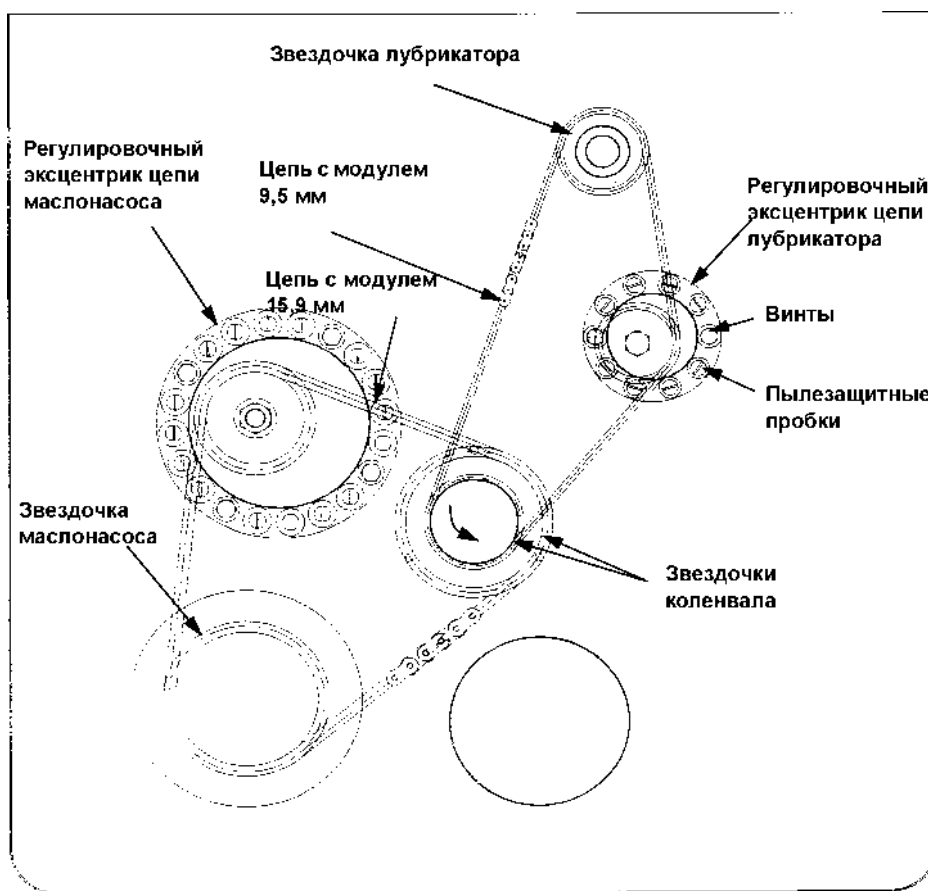


Рисунок 10 - Цепной привод - стандартное направление вращения (вид со стороны привода вспомогательных механизмов)

«На большинстве цилиндров JGZ и JGU стандартно используются цельные (неразъемные) с косым разрезом поршневые кольца из тефлона с наполнителем. На цилиндрах высокого давления применяются кольца, изготовленные из термостойкой платмассы, состоящие из двух частей» [15].

Корпорация Ariel рекомендует заменять кольца, когда зазор в замке увеличился в три раза относительно первоначального значения. Чтобы измерить зазор в замках вставьте кольца в цилиндры без поршней.

«Так как опорное кольцо не работает как уплотнительное кольцо, зазор в замке не является критическим. Для опорного кольца важным

является его выступание за наружный диаметр поршня. Выступание опорного кольца может быть проверено замером зазора между поршнем и зеркалом цилиндра в нижней части цилиндра. Это может быть сделано без выема поршня из цилиндра. Замените опорное кольцо перед тем как оно изнашивается настолько, что поршень начнет касаться зеркала цилиндра» [12].

В прошлом бронза была стандартным материалом для всех сальников фирмы Ariel. Однако бронза совершенно неудовлетворительна на кислом газе (при наличии сероводорода в газе). РЕЕК, серый чугун и тефлон обеспечивают прекрасную работу на кислом газе и, так как они одинаково хорошо работают и на неагрессивном газе, они являются в настоящее время стандартными материалами для сальников.

«Типичный сальник имеет кольца высокого давления из РЕЕК, комплект колец одностороннего действия из тефлона/чугуна, все кольца в комплекте двухстороннего действия из тефлона и чугунные кольца в маслоотражающем комплекте. Тефлон усилен стекловолокном и насыщен дисульфидом молибдена. Это обеспечивает прочность, низкий коэффициент трения, чтобы уменьшить трение и износ» [12].

«Для замены или очистки сальника РППО, механически ослабьте пружинку сальника и снимите зажимное кольцо. Для сжатия сальника можно использовать шток с резьбой на всю длину, две 6-тигранные гайки и две тяжелые шайбы. Внутренняя шайба должна быть достаточно большой, чтобы захватить сальник, и в то же время достаточно маленькой, чтобы было возможным сжимать и снимать зажимное кольцо. Для съема зажимного кольца используйте соответствующие округлые плоскогубцы. Сальник необходимо менять, когда появляется чрезмерная утечка газа из вентиляционной трубочки. Снимите поршневое кольцо РППО и, при необходимости, замените его».

Очистите все детали, удалите все отложения, ржавчину, и др. Вал с поршнем соединены на постоянно, не пытайтесь их разъединять. При замене сальника РППО поместите новый сальник между двумя плоскими

поверхностями, например деревянными дощечками, и побейте дощечку молотком, чтобы подвигать (освободить) детали сальник перед сборкой.

Соберите РППО в обратном к разборке порядке, смазав и установив новую кольцевую прокладку под фланец крепления. При установке маховика убедитесь, что защитная гармошка резьбы приложена правильно. Через смазочный штуцер смажьте вал 3-4-мя качками ручного смазочного пистолета, заправленного универсальной нефтяной смазкой (солидолом).

«При установке РППО на цилиндр используйте новую прокладку на крышке цилиндра. Смажьте резьбы и посадочные поверхности головок минеральной смазкой и установите винты. Затяните все винты переходя от одного к другому крест-накрест до касания с крышкой. Затем также крест-накрест затяните все винты до момента, равного 25% от конечного требуемого момента. Повторите эти шаги, затягивая до 50%, 75% и 100% от конечного требуемого момента» [12].

Объём РППО можно изменять как при работе, так и при стоянке компрессора. Изучите инструкцию поставщика установки, когда нужно регулировать РППО. Характеристики РППО см. также в Каталоге частей компрессора Ariel.

«Поршневые кольца РППО не являются газоплотными, что позволяет примерно уравнивать давление в РППО, если цилиндр компрессора находится под давлением, и облегчает регулирование с помощью РППО. При сбросе давления с цилиндра компрессора давление в полости за поршнем РППО, как правило, также сбрасывается. Отложения грязи с перекачиваемого газа и ржавчина около поршневого кольца могут уплотнить кольцо и увеличить время вентиляции. Если за поршнем сохраняется газ, легко выполнять регулирование РППО при наличии давления в цилиндре и трудно, когда давление сброшено с цилиндра. Проблема решается разборкой и чисткой РППО» [12].

Для изменения объёма РППО освободите блокировочную рукоятку вала, чтобы вал вращался свободно. Вращайте вал с помощью маховика на

наружном конце вала. Вращение по часовой стрелке увеличивает нагрузку, против часовой стрелки- уменьшает (разгружает компрессор). Затяните блокировочную рукоятку вала до момента 203 Н.м (приблизительно).

Попадание этиленгликоля (ЭГ) в компрессор возможно через сальники штоков с водяным охлаждением или через охладитель масла.

«Попадание охлаждающей жидкости с ЭГ в картер компрессора с маслом может привести к выходу из строя коленвала из-за отсутствия требуемой смазки. Смазочное масло рамы должно заменяться согласно рекомендациям, приведенным в Разделе 6. Кроме того картерное масло должно периодически отбираться на анализ в квалифицированной лаборатории для проверки его годности для работы, в т.ч. и на наличие ЭГ» [24].

«Даже небольшое содержание ЭГ в масле может оказаться губительным. Если содержание ЭГ меньше 5%, слейте масло, замените фильтроэлементы и промойте систему смесью 50% бутоксиэтанола (Dow Chemical Company Dowanol EB или равноценное) и 50% масла класса 10W (используя электроприводной насос). Промывка делается на прогретом компрессоре. Подшипники необходимо промывать не менее полчаса при периодическом проворачивании коленвала. Все поверхности, контактирующие с картерным маслом, должны быть промыты, в т. ч. необходимо проспринцевать всю внутреннюю поверхность картера. Полностью слейте промывочную смесь, убедитесь, что она спущена со всех компонентов системы смазки. Повторите промывку, используя смесь 60/40 масла класса 10W и керосина или дизтоплива. Опять полностью слейте всю промывочную смесь, установите новые фильтроэлементы и заполните картер рабочим маслом. Предварительно необходимо найти и устранить течь охлаждающей жидкости» [12].

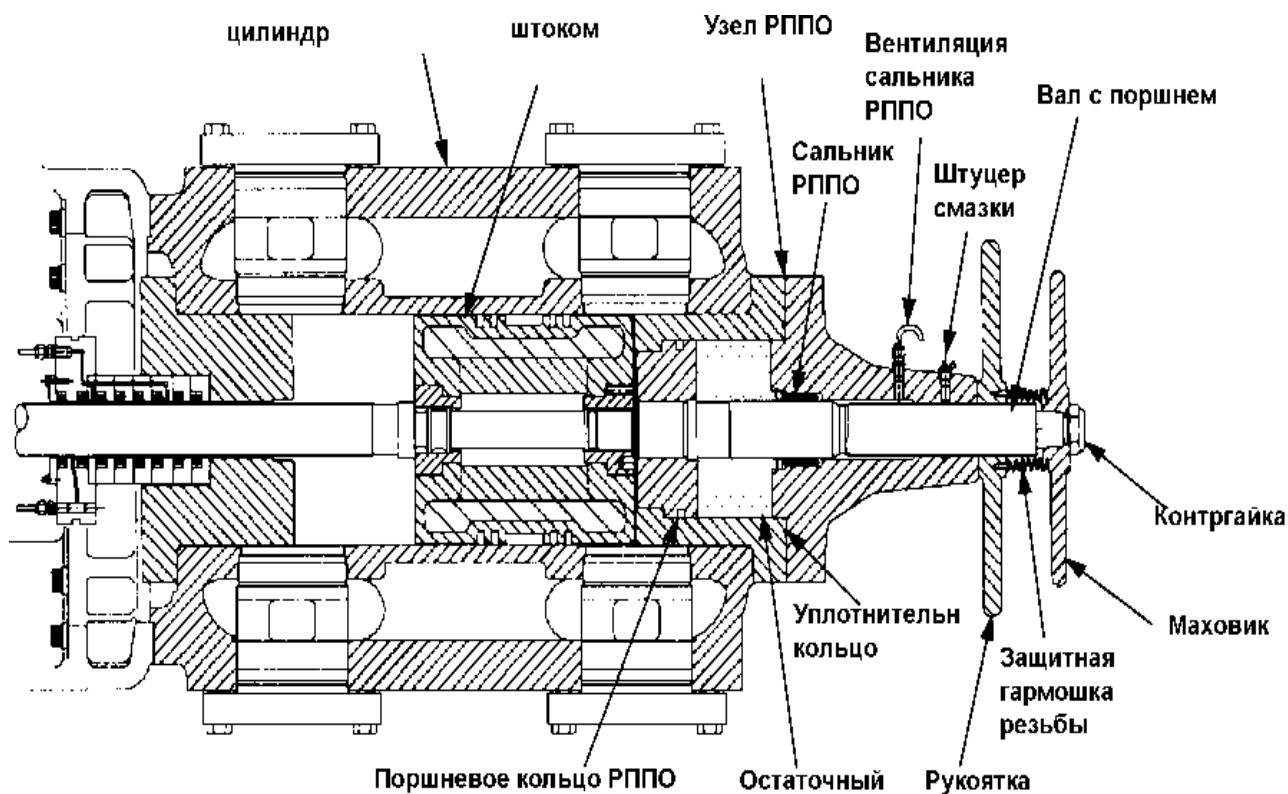


Рисунок 11 - Типовой цилиндр с РППО

Если анализ показал наличие в масле более 5% ЭГ или если компрессор вышел из строя из-за наличия ЭГ в масле, компрессор необходимо разобрать, промыть 100% бутоксиэтанолом, затем керосином или дизтопливом и отремонтировать. Все поверхности, контактирующие с картерным маслом, должны быть промыты бутоксиэтанолом, в т. ч. все каналы и трубопроводы, а затем промыты керосином или дизтопливом. Необходимо заменить масло и фильтроэлементы. Необходимо найти и устранить течь охлаждающей жидкости.

«Бутоксиэтанол вреден для здоровья и взрывоопасен. Глаза и кожа должны быть соответствующим образом защищены, в помещении должна быть соответствующая вентиляция. Нельзя поблизости использовать открытое пламя или иметь искрение. Детальные инструкции см. в руководстве изготовителя “Правила безопасности при работе с бутоксиэтанолом”»[31].

Этиленгликоль, бутоксиэтанол, загрязненное ими масло и

растворители должны храниться безопасным способом. Их дальнейшее использование должно решаться специальной химической службой.

«Полностью бессмазочные цилиндры, заказанные и отгруженные из фирмы ArieI, поставляются очищенными и защищенными, готовыми к работе без смазки. Поставляемые отдельно внутренние детали, загрязненные внутренние поверхности и все ремонтируемые детали должны очищаться перед установкой, что обеспечит длительную работу компрессоров без смазки и увеличит ресурс поршневых колец. Тщательно очистите зеркало цилиндра денатуратом пока чистые, впитывающие алкоголь белые бумажные полотенца “Bounty” перестанут загрязняться. Это относится ко всем поверхностям зеркала цилиндра, крышек, полостей клапанов, и т.д. Не используйте антиприхватную смазку Never-Seize для стальных прокладок. Нанесите только легкий слой смазки на посадочное место прокладки в цилиндре, чтобы уплотнить кольцевую прокладку» [22].

Денатурат вреден для здоровья и взрывоопасен. Его надо держать подальше от источников тепла, искр, пламени и других возможных источников воспламенения. В помещении должна быть соответствующая вентиляция, при работе с денатуратом необходимо одевать неопреновые или бутиловые перчатки, защитные очки или специальную маску, и непроницаемый фартук. Денатурат содержит метиловый спирт, который является ядом. Избегать контакта денатурата с глазами и кожей. Материалы, которые использовались при очистке денатуратом, должны храниться и уничтожаться специальным образом. Детальные инструкции см. в руководстве изготовителя “Правила безопасности при работе с денатуратом”.

Клапаны необходимо разобрать, очистить денатуратом, собрать, протереть снова и установить. Очистите нажимные стаканы и проставочные кольца денатуратом. На уплотнительное кольцо крышки и отверстия болтов наносите очень тонкий слой масла.

Очищенные детали необходимо собирать (устанавливать)

немедленно, чтобы избежать их загрязнения и коррозии. Если цилиндр не предназначен для немедленного использования в работе, свяжитесь с фирмой Ariel для получения указаний по консервации ER-34.

Компрессоры Ariel спроектированы для максимальной температуры нагнетания 3500F (177⁰C). Для безопасной работы, температура самовоспламенения используемого смазочного масла, должна быть выше температуры нагнетания компрессора при соответствующем давлении нагнетания. Температура самовоспламенения масла значительно падает при увеличении давления. Обязанностью эксплуатирующей организации является изучить и определить температуру самовоспламенения масла и эксплуатировать компрессор при безопасной температуре. Уставки защиты компрессорной установки не должны допускать температуру сжимаемого воздуха выше температуры самовоспламенения лубрикаторного масла при рабочем давлении нагнетания.

Масла с добавлением органических эфиров должны использоваться при работе воздушных компрессоров.

Конфигурация компрессора:

1. Интенсивность (частота) подачи смазки должна быть в 1,5 раза больше основной подачи при работе воздушных компрессоров с давлением менее 70 БарИ (1000 psig).

2. На всех воздушных компрессорах, которые не имеют отдельный фонарей, должны быть обязательно установлены клапаны сброса давления на крышках направляющих крейцкопфа.

Требования к конструкции и условиям эксплуатации:

1. Трубопроводы компрессорной установки не должны иметь низких точек, в которых могут скапливаться жидкости.

2. Все трубопроводы должны быть направлены так, чтобы сила тяжести способствовала жидкости стекать в безопасное место.

3. Необходимо поддерживать достаточную скорость газа в трубопроводе для предотвращения скопления масла.

4. Охладители газа должны быть заданного размера и сконструированы для самых неблагоприятных условий работы. Соединения на входе в охладитель должны быть в самом высоком месте, а соединения на выходе из охладителя на самом низком месте.

5. Необходимо убедиться, что система очищена от загрязняющих веществ, таких как смазка, воспламеняющиеся жидкости, отходов после сварочных работ.

6. Всё оборудование должно быть правильно заземлено.

Рекомендуется контролировать температуру крышек нагнетательных клапанов для того, чтобы как можно быстрее обнаружить и устранить протечки или повреждения клапанов компрессора.

Отключение цилиндра или полостей цилиндра не рекомендуется, из-за повышенного теплообразования в цилиндре. В этом случае датчик(и) температура нагнетания установки может не корректно показывать температуру нагнетания. Объёмный зазор цилиндра должен быть минимальным.

Рекомендуется использовать сальники с водяным охлаждением для понижения температуры, если это возможно.

Постоянный дренаж обязателен для всех участков, где смазочное масло собирается или накапливается, включая, но не ограничиваясь:

- Низкие точки в каждом изгибе.
- На конечных секциях газовых охладителей.

Дренаж должен быть отведен в безопасное место.

Необходимо исключить те режимы работы компрессорной установки, при которых постоянные внутренние температуры цилиндра превышают максимальные значения температуры. В этих случаях, регулировка частоты вращения и автоматический байпасный клапан могут быть использованы для исключения остановки путем ограничения перепада давлений в цилиндрах. 6. Ни при каких условиях температура воздуха в системе не должна превышать температуру самовоспламенения масла при рабочем давлении.

Приборы аварийной остановки не должны быть неисправны или отключены, т.к. в противном случае могут произойти серьезные повреждения или смертельные несчастные случаи. Неразъемное подключение приборов поможет исключить неисправности или их отключение.

Грязеулавливающая сетка должна контролироваться по перепаду давления и очищаться перед приближением перепада давления, при котором может произойти разрушение сетки.

Уставка на отключение установки по низкому давлению масла циркуляционной системы должна быть выставлена минимум на 35 psig.

Должен быть установлен прибор контроля уровня масла в картере и предусмотрена аварийная остановка по низкому уровню масла в картере. Расходный бак для подачи смазочного масла в циркуляционную систему смазки должен быть установлен достаточно высоко, чтобы обеспечить поток масла через прибор контроля уровня при любых температурах.

Должен быть установлен выключатель по отсутствию потока масла лубрикаторной системы смазки цилиндров.

Должны быть установлены приборы, которые определяют высокий уровень жидкости в скрубере и останавливают установку.

Должны быть установлены измерительные приборы для определения давления нагнетания и всасывания, которые определяют промежуточное давление каждой ступени. Каждый цилиндр должен быть защищен от чрезмерной нагрузки на шток и соответствовать предельным значениям давления и нагрузки на шток.

Давление всасывания должно измеряться после прохождения потока газа через защитную сетку и другие препятствия. Должны быть установлены измерительные приборы для определения температуры газа на всасывании и нагнетании и устройство для остановки агрегата при превышении температуры нагнетания в любом цилиндре. Температура остановки должна быть выставлена на 10% выше нормальной рабочей температуры, максимальный предел 3500F (1770C). Должно быть установлено устройство

для остановки агрегата по высокой температуре масла циркуляционной системы смазки, максимальное значение которой 1900F (880C). Устройство должно располагаться перед входом масла в фильтр.

Должен быть установлен тахометр и устройство для остановки агрегата при превышении рабочей частоты вращения более чем на 10 % от расчетной частоты вращения установки.

Необходимо установить датчик вибрации, который способен обеспечить немедленную остановку компрессора в случае таких ситуаций как повреждение поршневого штока, попадание жидкости и т.д. Датчик устанавливается ближе к верху рамы. Чувствительная ось датчика вибрации должна быть параллельна оси поршневых штоков.

Использование общей панели управления для всех узлов компрессорной установки будет обеспечивать лучший контроль автоматических байпасных клапанов или изменение частоты вращения привода.

Как и любое оборудование, компрессоры Ariel требуют обслуживания. Частота обслуживания определяется окружающей средой, в которой работает компрессор, нагрузками, которыми потребитель загружает компрессор, и чистотой газа.

Прежде всего профилактическое обслуживание начинается с полного и точного следования требованиям "Стандарта для изготовителя агрегата ("пэкиджера") Ariel" и Таблице предпусковых проверок компрессора. Все рекомендации должны выполняться как до, так и после пуска.

«Нижеследующие рекомендации являются только ориентировочными и, как говорилось выше, могут изменяться в зависимости от условий эксплуатации. Временные интервалы начинаются от даты пуска установки. Если ваш поставщик смазочного масла рекомендует более частые смены масла, чем фирма Ariel, следуйте рекомендациям поставщика масла. Рекомендуется проводить регулярные

анализы масла. Если возникают проблемы, масло должно быть заменено немедленно и причина проблемы должна быть определена и устранена» [32].

Каждая компрессорная установка (агрегат) должна иметь журнал учета работ. Каждое обслуживание должно быть зафиксировано с точными деталями, в порядке проведения обслуживаний, для оценки эксплуатационных расходов по агрегату и для его диагностирования.

Журнал учета должен просматриваться квалифицированными работниками для выявления тенденций в работе компрессора и/или обслуживании.

Обычно при эксплуатации компрессоров Ariel больших проблем не возникает.

«Проблемы наиболее часто связаны с наличием жидкости или грязи, неправильной регулировкой, или когда обслуживающий персонал не знаком с компрессорами Ariel. Трудности такого рода обычно могут быть устранены очисткой, правильной регулировкой, устранением неблагоприятных условий, заменой каких-то небольших деталей или надлежащим обучением обслуживающего персонала» [44].

Большие проблемы обычно возникают при длительной работе с неподходящим смазочным маслом, при безответственном обслуживании и работе без требуемого периодического обслуживания или при использовании компрессора не по назначению.

Очень ценными являются записи межступенчатых давлений и температур на многоступенчатых компрессорах, так как любые изменения этих параметров при неизменных условиях работы показывают на неисправность в какой то ступени. Обычно, если межступенчатое давление уменьшается, неисправность связана с цилиндром предыдущей ступени.

Если межступенчатое давление возрастает, проблема обычно связана с цилиндром следующей ступени.

Хотя почти невозможно составить полный перечень всех вероятных

неисправностей, В Приложении Б перечислены наиболее часто встречающиеся проблемы и их возможные причины.

Независимо от области применения, газогенераторы Ariel Corporation служат центральным компонентом интегрированной системы, которая также состоит из двигателя, охлаждающего оборудования, трубопроводов. Конструкторы и инженеры компании могут адаптировать серийные модели под частные случаи, что позволяет учесть особенности двигателя и оптимизировать производственную мощность компрессора.

Консервативный дизайн – одна из особенностей оборудования бренда, которая позволяет существенно снизить износ компонентов и запчастей, а также обеспечить удобный ремонт и легкую замену деталей. Ввиду взаимозаменяемости запчастей для многих компрессоров возможно существенно снизить затраты на их техобслуживание.

Компания AGA Parts поставляет оригинальные и OEM-запчасти Ariel Corporation для газопоршневых установок. Работая с развитой дилерской сетью, помочь оперативно найти необходимые запасные детали и предложить для них конкурентные цены. Для ремонта компрессора чаще всего требуются:

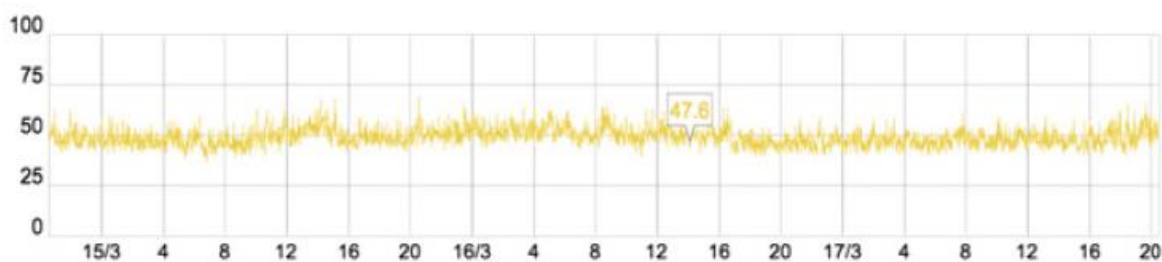
- поршни;
- поршневые кольца;
- подшипники коленвала;
- шатунные шейки;
- клапаны;
- вкладыши;
- цилиндры для транспортировки газа.

2.3 Отечественные разработки по обслуживанию компрессоров

Среди динамического оборудования, требующего контроля вибрации, поршневые компрессоры занимают особое место. Регистрация

виброскорости и/или виброускорения, безусловно, необходимы для агрегатов с вращающимися компонентами (например, турбин или центробежных насосов). Однако для полноценного анализа состояния поршневого компрессора в режиме реального времени, данных, получаемых с традиционных датчиков вибрации, устанавливаемых на раме – недостаточно.

Колебания, генерируемые поршневым компрессором в процессе одного цикла сжатия, сильно отличаются. Когда поршень движется в цилиндре, в компрессоре наблюдается относительная тишина. Другие же процессы – открытие и закрытие клапанов, изменение направления движения поршня (удар в пальце крейцкопфа) – дают вибрационную нагрузку разной силы и частоты для каждого из них. Поэтому, когда измеряется вибрация на раме компрессора одним или двумя датчиками виброскорости – пользователь получает некое усредненное значение всех вибрационных колебаний в совокупности, не дающее возможности понять, неисправность какой детали или узла является причиной превышения допустимых значений вибрации – требуется трудоемкая диагностика оборудования.



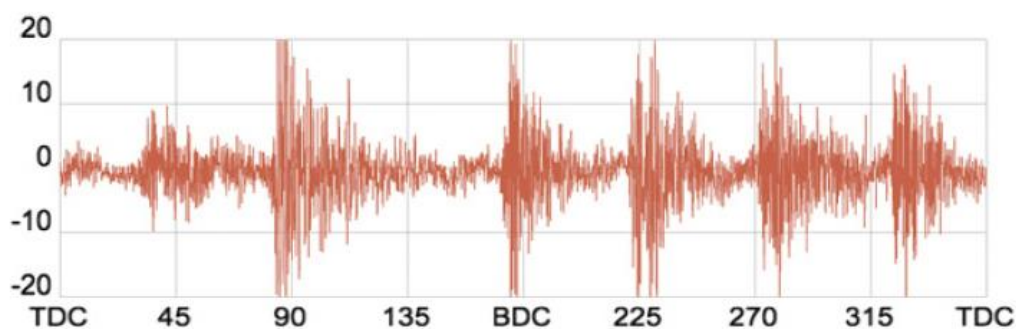
(так выглядит график традиционного анализа вибрации, где ось X – время, а Y – показатель вибрационной нагрузки)

Рисунок 11 - График традиционного анализа вибрации, где ось X – время, а Y – показатель вибрационной нагрузки

В помощь пользователям поршневых компрессоров была разработана система IMBU – продукт швейцарской компании QUOREX, представляемый

на российском рынке АО «АГВ» – отечественным изготовителем комплектующих для поршневых компрессоров.

«Разработанная специально для поршневых компрессоров, IMBU отслеживает вибрационные колебания на каждый градус поворота коленчатого вала. В этом ее ключевое отличие от стандартно устанавливаемых систем – данные собираются и обрабатываются 720 раз за каждый оборот коленвала. Датчики вибрации на направляющих крейцкопфа, углах рамы компрессора, специальный датчик угла поворота коленчатого вала дают информацию о каждом цикле всасывания/нагнетания, работе клапанов, реверсивном движении штока, производят замер крутильных колебаний, а в развернутой комплектации – и замер давления в каждом цилиндре с построением индикаторной pV диаграммы – все это даёт возможность анализировать состояние всех изнашиваемых компонентов компрессора, отслеживать неисправность на ранних стадиях и предупреждать развитие аварийной ситуации.



(так выглядит график анализа вибрации относительно угла поворота коленчатого вала, где на оси X – градусы поворота от 0 до 360°)

Рисунок 12 - График анализа вибрации относительно угла поворота коленчатого вала, где на оси X – градусы поворота от 0 до 360°

В системе IMBU реализован расширенный частотный анализ вибрации. Исправные компоненты при работе генерируют колебания определенной частоты, каждый – своей. Если что-то выходит из строя, в

начале изменяется частота работы узла, и лишь спустя определенное время генерируется энергия, достаточная для того, чтобы ее уловили традиционные датчики вибрации. IMBU же отслеживает изменения частотного фона, что заблаговременно может быть обнаружено оператором, не позволяя развиваться аварийной ситуации.

Еще одной отличительной особенностью IMBU является возможность предоставлять данные на АРМ оператора как по защищенной локальной сети, так и по GSMканалу, а в условиях удаленных месторождений – и посредством спутниковой связи. Более того, реализован вывод данных на планшетный компьютер, смартфон и обычный ПК через интернетбраузер Google Chrome (кстати, программное обеспечение полностью русифицировано российской стороной).

Готовая к использованию на компрессорах система не требует внесения изменений в оборудование и устанавливается легко и быстро в существующие отверстия в раме компрессора, материальное исполнение позволяет эксплуатировать систему в самых экстремальных условиях, контроллеры и передатчики имеют взрывозащищенное исполнение, а датчики – безусловную пожизненную гарантию.

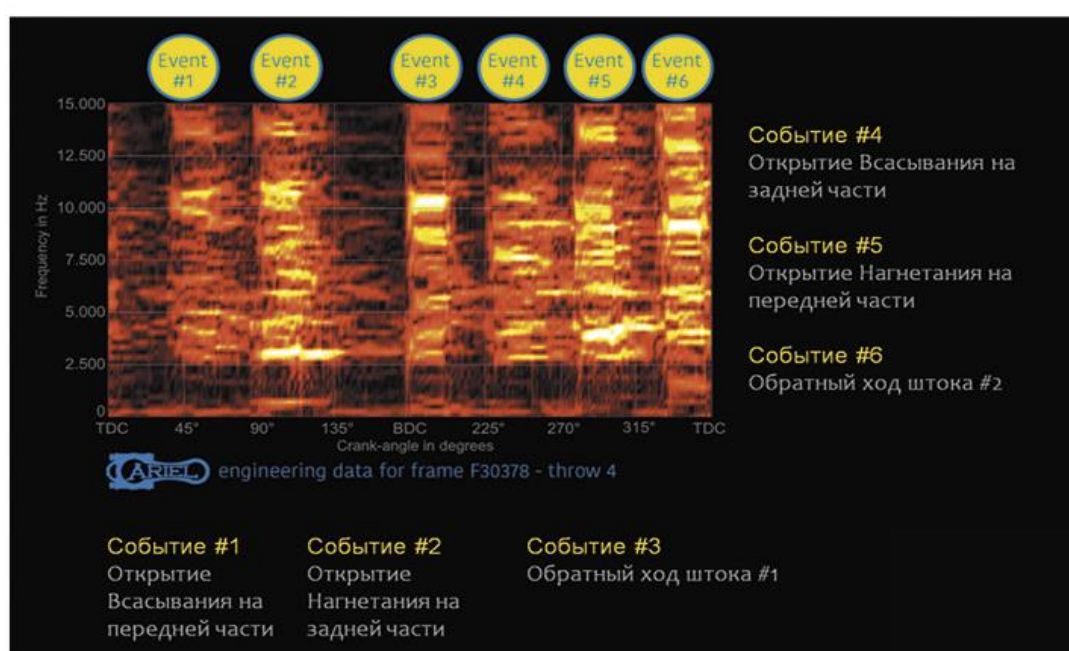


Рисунок 13 – Экран мониторинга

Кроме того, IMBU легко интегрируется со большинством панелей управления газопоршневых приводов компрессоров (CAT, Wartsila, Waukesha), при этом дополнительные датчики на двигателе следят за состоянием соединительной муфты. А для компрессоров Ariel предусмотрена возможность сравнения реальных эксплуатационных данных с расчетной теоретической моделью каждого конкретного компрессора для оперативного определения проблем.

«Наши швейцарские партнеры разработали крайне эффективное решение. IMBU (при условии контроля за состоянием масла), позволяет планировать остановки, регламентное техническое обслуживание и ремонты по фактическому состоянию, а не по наработке или после аварийного останова, тем самым экономя время и деньги заказчика» – отмечает руководитель сервисной службы АО «АГВ» Константин Князевский.

Система вибродиагностики IMBU успешно используется владельцами поршневых компрессоров по всему миру – в США, Нидерландах, Камбодже, Нигерии, Омане. На пространстве СНГ опыт уже получен нефтегазовыми компаниями Республики Казахстан, где системы IMBU эксплуатируются уже более 4 лет. А в текущем году IMBU уже решили внедрить и несколько российских заказчиков. Достоинства системы признаны также производителями поршневых компрессоров с мировым именем – система IMBU стандартно устанавливается на новые компрессоры, выпускаемые европейскими и американскими предприятиями.

Стоит отметить, что внедрение IMBU – новое направление деятельности АО «АГВ», дополняющее существующий ассортимент продукции и услуг компании, и обеспечивающее по-настоящему комплексный подход к решению задач по обеспечению надежности компрессорного оборудования. На текущий момент предприятием освоены и выпускаются детали цилиндропоршневой группы:

клапаны, сальниковые уплотнения штоков, поршневые и направляющие кольца, резиновые уплотнения, газовые клапаны приводов. АО «АГВ», входящее в ГК ТРЭМ, производит продукцию для всех типов отечественных и большинства импортных поршневых компрессоров, а также осуществляет сервисное обслуживание поршневых компрессоров Ariel, Cameron, Ajax, DresserRand и газопоршневых двигателей CAT, Superior, Wartsila, Waukesha.

3 Экономическая часть

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
з-2БЗГ	Сидоров Василий Игоревич

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Представлены необходимые данные для расчета величины экономического эффекта и затрат на производство работ, расчеты дополнительной добычи нефти
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	2. Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	3. Ставка налога на прибыль 20 %; Налог на добавленную стоимость 18%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Проект считается рентабельным и экономически эффективным
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3. Расчет экономической эффективности внедрения новой техники или технологии

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Макашева Юлия Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
з-2БЗГ	Сидоров Василий Игоревич		

3 Экономическая часть

3.1 Расчет дополнительной выручки от реализации продукции за счет установки запасных частей отечественных производителей для компрессора Ariel

Количество переработанного газа после проведения ремонтных работ отечественного производителя вместо «Ariel», рассчитывается по формулам:

$$Q_1 = 654 \cdot q \cdot N \cdot \kappa_{\text{Э1}} \quad (1)$$

$$Q_2 = 654 \cdot q \cdot N \cdot \kappa_{\text{Э2}}, \quad (2)$$

где 654 - наработка запасных частей после ремонта, сут.;

q – обработано т/сут;

N – количество ремонтных работ;

$\kappa_{\text{Э1}}$, $\kappa_{\text{Э2}}$ – коэффициенты эксплуатации компрессора, соответственно, до и после проведения .

$$\kappa_{\text{Э1}} = \frac{654 - (t_{\text{простоя(1)}} / 24 \cdot m)}{654} \quad (3)$$

$$\kappa_{\text{Э2}} = \frac{654 - (t_{\text{простоя(2)}} / 24 \cdot m)}{654}, \quad (4)$$

где $t_{\text{простоя(1)}}$, $t_{\text{простоя(2)}}$ – соответственно, среднее время возобновления работы компрессора до проведения ремонтных работ и после проведения ремонта, час.;

m – число остановок компрессора за время эксплуатации m=10

$$\kappa_{\text{Э1}} = \frac{654 - (48 / 24 \cdot 10)}{654} = 0,969$$

$$\kappa_{\text{Э2}} = \frac{654 - (2 / 24 \cdot 10)}{654} = 0,999$$

$$Q_1 = 654 \cdot 115 \cdot 1 \cdot 0,969 = 72878,49 \text{ тонн}$$

$$Q_2 = 654 \cdot 115 \cdot 1 \cdot 0,999 = 75134,79 \text{ тонн}$$

За время работы компрессора дополнительный объем обработанного газа составит:

$$Q_{дон} = Q_2 - Q_1$$

(5)

$$Q_{дон} = 75134,79 - 72878,49 = 2256,30 \text{ тонн}$$

Выручка от реализации дополнительного объема газа составит в сутки:

$$\text{Вреал} = 2256,3 \text{ тн} \times 103,02\$/\text{баррель} \times 34,73 \text{ руб}/\$ = 0,05 \text{ млрд.руб}$$

в год:

$$\text{Вреал} = 2256,3 \text{ тн} \times 365 \text{ дней} \times 103,02\$/\text{баррель} \times 34,73 \text{ руб}/\$ = 18,5 \text{ млрд.руб}$$

3.2. Затраты на ремонтные работы

Цена приобретение отечественных запчастей составляет 17784,96 руб без учета НДС.

Затраты на ремонтные работы включают в себя:

- затраты труда на демонтаж вышедших из строя частей;
- затраты труда на монтаж новых;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- затраты на ГСМ по доставке к месту монтажа запасных частей.

Таблица 1 Расчет затрат на оплату труда на ремонтные работы

Должность	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб/час	Количество нормо-часов работы, час	Затраты на оплату труда, руб
Водитель а/м	3	56	6	336
Электросварщик ручной сварки	6	102	2	204
Слесарь механосборочных работ	5	88	4	352
Инженер-механик	9	142	2	284

(ответственный за производство работ)				
ИТОГО:			14	1 176

С учетом районного коэффициента – 1,5, северного коэффициента – 1,7 и премиальной составляющей – 1,7, общая сумма затрат на оплату труда по демонтажу клапана «Норма-44» и установке клапана «Норма-73» составят»:

$$1176 \times 1,5 \times 1,7 \times 1,7 = 5\,098 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды в соответствии с ФЗ от 24 июля 2009 года № 212-ФЗ "О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования" с 01.01.2014г составляют 30% с заработной платы работников:

$$30\%/100 \times 5098 = 1529,40 \text{ руб}$$

Затраты на ГСМ по производству основных работ (доставка к месту производства работ оборудования и специалистов) при замене клапана золотникового составят:

Таблица 2 Расчет затрат на ГСМ по доставке

Наименование автотранспортной техники	Норма расхода ГСМ, л/100 км	Пробег, км	Цена Дт, руб	Затраты на ГСМ, руб
КАМАЗ-4310 (со сварочными аппаратами)	35,16	120	38,00	1 603,3
ГАЗ-3302	18,1	120	38,00	825,4
ИТОГО:				2 428,70

Таким образом, совокупные затраты на ремонтные работы компрессора составят:

$$5098 + 1529,40 + 2428,70 = 9\,056,10 \text{ руб}$$

3.3 Расчет влияния на себестоимость перекачки газа экономии энергоресурсов в результате проведения ремонтных работ

Себестоимость добычи 1 тонны газа согласно калькуляции – 11210 руб/тонна.

Затраты на энергоресурсы в составе калькуляции – 2976 рублей.

Как уже ранее отмечалось нами, из-за повышенного в 1,4 раза проходного сечения клапана, происходит снижение гидравлического сопротивления, а стало быть, снижение энергозатрат, но и увеличивается перекачки газа. Расчеты показывают, что на единицу перекачиваемого объема газа, снижение энергозатрат составляет около 38 %.

Следовательно, затраты на энергоресурсы после замены клапана составят:

$$2976 - 38\%/100 \times 2976 = 1845,12 \text{ руб.}$$

Таким образом, экономия себестоимости обработки компрессором 1 тонны газа составит:

$$2976 - 1845,12 = 1130,88 \text{ руб.}$$

А общая себестоимость добычи 1 тонны газа составит:

$$11210 - 1130,88 = 10\,079,12 \text{ руб.}$$

3.4 Расчет экономической эффективности ремонтных работ

Рассчитаем балансовую прибыль предприятия от реализации дополнительного объема газа за счет установки отечественных запчастей:

Прибыль балансовая

$$П_{\text{б}} = Q_{\text{дон}}(Ц - С) \tag{6}$$

где Ц – цена реализации, руб./т;

C – себестоимость добычи, руб./т.

$$Пб = 2256,30 \times 365 \times (22502,42 - 10079,12) = 10,2 \text{ млрд.руб}$$

Прирост балансовой прибыли за счет экономии энергозатрат в расчете основного объема переработки газа :

$$Пб = 72878,49 \times (11210 - 10079,12) = 0,082 \text{ млрд.руб}$$

Итого прирост балансовой прибыли за счет реализации дополнительного объема газа и экономии энергозатрат на основной объем добычи составляет:

$$Пб = 10,2 + 0,082 = 10,282 \text{ млрд.руб}$$

$$\text{Прибыль чистая} \quad \Pi_{\text{ч}} = \Pi_{\text{б}} - 0,2\Pi_{\text{б}},$$

где 0,2 – налог на прибыль (20%).

$$\Pi_{\text{ч}} = 10,282 - 20\%/100 \times 10,282 = 8,2256 \text{ млрд.руб}$$

Одним из показателей эффективности капитальных вложений является показатель срок окупаемости. Срок окупаемости капитальных вложений на ремонт компрессора :

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Pi_{\text{ч}}} \quad (7)$$

где K – цена клапана с учетом затрат на его установку без НДС

$$T_{\text{ок}} = (17784,96 + 9056,10) / (8,2256/365) \times 654 = 0,8 \text{ суток}$$

4 Социальная ответственность

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б3Г	Сидоров Василий Игоревич

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	При работе и обслуживании насосных установок работники попадают в зону действия следующих поражающих факторов: – движущиеся машины и механизмы; – подвижные части производственного оборудования; – производственный шум и вибрация; – высокое напряжение электрического тока; – загазованность воздушной среды выхлопными газами; – неблагоприятные метеорологические условия; – охлаждающее или же тепловое воздействие метеорологических условий, влажность воздуха, скорость ветра; – утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу. В случае аварий персонал попадает в зону действия следующих поражающих факторов: – воздействие теплового излучения пожара; – воздействие воздушной ударной волны (зона полных разрушений); – токсическое действие химических реагентов.
2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме	СНиП П 33-75, ГОСТ 12.01.003-83, ГОСТ 12.1.012-2004, ФЗ №2395-1, ГОСТ 12.1.004-91, ТК РФ ФЗ №197

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – 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)	Вредные факторы: – повышенный уровень шума и вибрации; – повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны; – отклонения показателей климата на открытом воздухе. Действие фактора на организм человека: – повышенная утомляемость; – потеря слуха и т.д. Предлагаемые средства защиты: – оградительные сооружения; – системы очистки и вентиляции воздуха; – системы дистанционного управления;
--	--

	– противогазы, каски, наушники и т.д.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Опасные факторы и источники: – Движущиеся машины и механизмы; – электрооборудование; – оборудование под высоким давлением. Средства защиты: – соблюдение правил пользования; – оградительные сооружения; – средства пожаротушения; – диэлектрические СИЗ и материалы; – защитные кожухи и щиты и т.д.
3. Охрана окружающей среды: – 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.	– утечка токсичных и вредных веществ в атмосферу, таких как пары нефти и газы работающих машин; – разливы жидкости разрыва при закачке. Решения: – использование поддонов при сборке-разборке соединений; – работа при полной герметизации колонны и отсутствии циркуляции; – технологические решения, исключающие попадание реагентов в окружающую среду.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – 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	Природного характера: лесные и торфяные пожары. Техногенного характера: взрывы, отключение электроэнергии. Действие по плану ликвидации возможных аварий (ПЛВА).
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационно-правовые; техническая оснащенность труда; санитарно-гигиенические

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Абраменко Никита Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б3Г	Сидоров Василий Игоревич		

4 Социальная ответственность

4.1 Производственная безопасность

Таблица 4 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по мониторингу системы мониторинга состояния водителя и её испытаниях

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Эксплуатация компрессоров Ariel. 1. Демонтаж 2 Монтаж 5. Настройка	1. отсутствие или недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. Превышение уровней шума и вибрации; 3. Повышенная загазованность воздуха рабочей среды. 4. Микроклимат	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Электрический ток.	ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [1] ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. [2] ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация [3] ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление. [4] ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [5] ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.[6] ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам [7] ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности [8]. ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. [9] ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты[10] Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. [11] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к

			естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [12] –96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. [13] СН 2.2.4/2.1.8.566. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997. [14] СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. [15] СП 51.13330.2011. Защита от шума. [16] СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. [17]
--	--	--	---

С позиции охраны труда методы освоения скважины должны быть безопасными для работающих. Для каждой категории скважин, исходя из конкретных условий, должен быть выбран один из методов, который гарантирует безопасную и эффективную технологию обеспечивает сохранность обсадных колонн и цементного кольца, исключает открытое фонтанирование нефти и газа, загрязнение окружающей среды и преждевременное обводнение призабойной зоны пласта.

К характерным опасным моментам при освоении нефтяных скважин относятся:

- открытое фонтанирование, которое может происходить при несоответствии выбранного оборудования геолого-техническим условиям эксплуатации скважин, при свабировании и т.п.;
- взрывы, возможные при аэрировании скважин;
- пропуски газа и нефти вследствие ослабления соединений, сальниковых узлов и нарушений в обвязке;

- повышение давления в системе обвязки скважины выше расчетного;
- скопление газа в колодцах и низах.

Во избежание возникновения опасных моментов при освоении нефтяных скважин является соблюдение правил безопасности, основные из которых изложены ниже.

Рабочие места, оборудование и зона проведения работ должны быть обеспечены электроосвещением в соответствии с требованиями ПТБЭ, ПТЭЭ и ПЭУ.

Расстановка агрегатов, оборудования, приспособлений и устройство площадок в зоне работ осуществляется в соответствии со схемой и техническими регламентами, утвержденными техническим руководителем предприятия.

Грузоподъемность подъемного агрегата, вышки, мачты, допустимая ветровая нагрузка должна соответствовать максимальным нагрузкам, ожидаемым в процессе проведения работ.

Агрегаты для ремонта скважин устанавливаются на приустьевой площадке в соответствии с инструкцией по эксплуатации завода изготовителя.

Перед началом работ скважина должна быть заглушена жидкостью. Глушению подлежат все скважины с пластовым давлением выше гидростатического и скважины, в которых сохраняются условия фонтанирования или газонефтеводопроявлений при пластовых давлениях ниже гидростатического.

Скважины, в продукции которых содержится сероводород в количествах, превышающих пределы, установленные нормами, должны быть заглушены жидкостью, содержащей нейтрализатор сероводорода.

Устье скважины должно быть оснащено противовыбросовым оборудованием. Схема установки и обвязки противовыбросового оборудования разрабатывается предприятием и согласовывается с

территориальными органами Госгортехнадзора России. После установки противовыбросового оборудования скважина опрессовывается на максимально ожидаемое давление, но не выше давления опрессовки эксплуатационной колонны.

Для предотвращения и ликвидации, возможных газонефтеводопроявлений блок долива устанавливается и обвязывается с устьем скважины с таким расчетом, чтобы обеспечивался самодолив скважины или принудительный долив с помощью насоса. Подъем труб из скважины проводится с доливом и поддержанием уровня на устье. Доливная емкость должна быть оборудована, уровнемером и иметь градуировку. Скважина должна быть обеспечена запасом жидкости соответствующей плотности в количестве не менее двух объемов скважины, находящемся на растворном узле или непосредственно на скважине.

Без исправного индикатора веса проводить спуско-подъемные операции, а также вести ремонтные работы, связанные с нагрузкой на мачту, независимо от глубины скважины, запрещается.

Допускается ведение работ по освоению, ремонту и вводу в действие скважин с одновременным бурением на кусте и одновременная работа двух бригад по ремонту и освоению скважин. В таких условиях каждый производитель работ должен немедленно оповестить остальных участников работ на кусте о возникновении на его участке нестандартной ситуации. В таких случаях все работы на кусте приостанавливаются до устранения причин возникновения нестандартной ситуации.

Проведение работ по монтажу, демонтажу и ремонту вышек и мачт не допускается: в ночное время, при ветре со скоростью 15 м/с и выше, во время грозы, сильного снегопада, при гололедице, ливне, тумане (с видимостью менее 50 м).

Спуско-подъемные операции при ветре со скоростью 15 м/с и более, во время ливня, сильного снегопада и тумана с видимостью менее 50 м запрещается.

При обнаружении газонефтеводопроявлений устье скважины должно быть загерметизировано, а бригада должна действовать в соответствии с планом ликвидации аварий.

Освоение скважин необходимо производить по плану, утвержденному главным инженером и главным геологом предприятия. При необходимости изменения технологии последующих вызовов притока план для скважины составить и утвердить заново. Руководителем работ на скважине должен быть инженерно-технический работник, указанный в плане работ. Он руководит подготовкой скважин и ее территории к освоению, опрессовкой нагнетательных линий, обеспечивает выполнение намеченной технологий работ и правил по охране труда и окружающей среды НА объекте. Руководитель работ может отлучаться со скважины только при обычных по технологии работах, после инструктажа рабочих, опрессовки оборудования и назначением старшего из числа оставшихся рабочих с соответствующей записью в журнале учета работа компрессора.

В плане работ следует указать число работающих, мероприятия и средства обеспечения их безопасности, включая дыхательные аппараты, меры по предупреждению аварий, средства и график контроля содержания сероводорода в воздухе рабочей зоны и мероприятия на случай превышения ПДК.

С планом должны быть ознакомлены все работники, связанные с освоением и исследованием скважин. К плану работ должна прилагаться схема расположения оборудования, машин, механизмов с указанием маршрутов выхода из опасной зоны в условиях возможной аварии и загазованности при любом направлении ветра, а также схема расположения объектов в санитарно-защитной зоне и близлежащих населенных пунктов.

Фонтанная арматура должна быть соединена с продувочными отводами, направленными в противоположные стороны. Каждый отвод должен иметь длину не менее 100 м и соединяться с факельной установкой с дистанционным зажиганием. Типы резьбовых соединений труб для отводов

должны соответствовать ожидаемым давлениям, быть смонтированы и испытаны на герметичность опрессовкой на величину 1,25 от максимального давления.

Отводы следует крепить к бетонным или металлическим стойкам, при этом не должно быть поворотов и провисаний. Способ крепления отвода должен исключать возможность возникновения местных напряжений.

К фонтанной арматуре должны быть подсоединены линии для глушения скважины через трубное и затрубное пространства. Линии глушения должны быть снабжены обратными клапанами. Для нефтяных скважин с газовым фактором менее $200 \text{ м}^3/\text{т}$ длина линии может составлять 50 м. Во всех других случаях длина линии глушения должна быть не менее 100 м.

4.1.1 Микроклимат

Параметры микроклимата газокompрессорной установки установлены в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96 [10] в следующих пределах: температура воздуха в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года от + 17 до +23, относительная влажность не более 75%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Под микроклиматом производственной среды согласно ГОСТ 12.1.005 - 88. ССБТ [2] понимают сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надежность работы.

Все условия микроклимата на рабочем месте имеют оптимальное значения. Если же условия микроклимата будут больше или меньше допустимых значений, то нужно произвести мероприятий по улучшению условий микроклимата: можно установить обогреватели в холодный период времени и кондиционеры в теплый. Для улучшения влажности в помещениях,

поставить ёмкости с водой. Для увеличения или уменьшения скорости воздуха в помещении, можно образовать или устранить сквозняк.

Таблица 5 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [10]

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	Пб (233-290))	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0
Теплый	Пб (233-290)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0
Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Пб (233-290))	15-75	0,2	0,4
Теплый	Пб (233-290)	15-75	00,2	0,5

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 6.

Таблица 6 - Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников [10]

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, 2 Вт/м , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от источников излучения, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и др.) не должны превышать 140 Вт/кв.м. При этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать в зависимости от категории работ следующих величин: 21° С - при категории работ Пб.

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные. В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия (например, системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха и обогрева, регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и др.).

4.1.2 Недостаточная освещённость

Недостаточная освещенность рабочей зоны естественным светом возникает из-за недостаточной площади световых проемов, их

загрязненности или нерационального расположения рабочего стола относительно источников света. Недостаточное освещение отрицательно влияет на зрение человека, состояния центральной нервной системы, снижает производительность труда, увеличивает утомление работника.

Выполнение зрительной работы при недостаточном освещении может привести к развитию некоторых дефектов глаза. Дефекты глаза делятся на два основных вида:

1. близорукость ложная и истинная (миопия);
2. дальнозоркость истинная (гиперметропия) и старческая (пресбиопия).

4.1.3 Поражение электрическим током

Для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции все нетоковедущие металлические части электрооборудования подлежат защитному заземлению и занулению. Система заземления TN-S.

В качестве защитных РЕ проводников используются дополнительные жилы.

При строительстве оснований объектов, входящих в состав ГКС и кабельной эстакады, в строительной части проекта применены сваи из металлических труб, забиваемые в грунт на глубину от 6 до 9 м и соединенные между собою металлическими балками на сварке. Эти конструкции используются в качестве естественных заземлителей.

В качестве искусственного заземлителя используется вновь сооружаемый на площадке КС глубинный заземлитель глубиной 200 м, соединенный стальной полосой сечением 4х40 мм с металлоконструкциями кабельной эстакады.

При обеспечении непрерывности электрической цепи на всем протяжении кабельной эстакады, металлические конструкции кабельной эстакады используются в качестве заземляющего проводника, объединяющего естественные и искусственный заземлители в единое заземляющее устройство.

Для заземления оборудования САУ и АСУ ЭС, приборов пожарно-охранной сигнализации на площадке ГКС предусматривается отдельное рабочее (функциональное) заземляющее устройство из глубинного заземлителя глубиной 200 м. Сеть рабочего (функционального) заземления выполняется кабелем ВБбШв 2х25 мм².

Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом в любое время года.

У пожарных гидрантов предусматриваются специальные заземляющие устройства для пожарной техники.

С целью уравнивания потенциалов в помещениях и наружных установках, в которых применяется заземление или зануление, все строительные и производственные конструкции, стационарно проложенные трубопроводы всех назначений, металлические корпуса технологического оборудования, присоединяются к главным шинам заземления.

Дополнительно, вокруг площадки, занимаемой трансформаторной подстанцией, на глубине не менее 0,5 м и на расстоянии 1 м от края фундамента КТП, прокладывается замкнутый горизонтальный заземлитель, присоединяемый к кабельной эстакаде. Контур предназначен для работы в летнее время при оттаивании поверхностного слоя грунта.

В соответствии с СТО Газпром 2-1.11-170-2007 проектируемые взрывоопасные здания и установки, располагающиеся в местах со средней продолжительностью гроз в год 10 ч и более, относятся к первой категории молниезащиты и должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных проявлений молнии и заноса высокого потенциала через надземные и подземные металлические коммуникации. Защита от прямых

ударов молнии предусматривается с помощью отдельно стоящих молниеотводов и молниевыводов, установленных на металлических прожекторных мачтах.

Все вспомогательные здания и сооружения, не создающие горючих и взрывоопасных выбросов и не содержащие микропроцессорную технику, относятся к четвертой категории по молниезащите, предусматривающей использование естественных молниеотводов или молниезащитных сеток.

Защита от заноса высоких потенциалов выполняется путем присоединения металлической оболочки коммуникаций к заземляющему устройству электроустановок по кратчайшему расстоянию. Для пластиковых трубопроводов с проводящей жидкостью, заземление осуществляется через установленные в пластиковый трубопровод металлические элементы (фланцы, задвижки).

Искрение вследствие электростатической индукции в помещениях со взрывоопасной концентрацией устраняются жестким присоединением металлических конструкций здания, коммуникаций и металлических корпусов оборудования к общему заземляющему устройству.

Для защиты от искрений вследствие электромагнитной индукции между трубопроводами и другими протяженными металлическими предметами и конструкциями, в местах их взаимного сближения на 10 см и менее, через каждые 20 м выполняются металлические перемычки.

Классификация объектов с взрывоопасными зонами и их категория по молниезащите приведена в таблице

Таблица 7 - Классификация объектов по взрыво- и пожароопасности

Наименование зданий, сооружений, установок	Категория взрыво-пожаро-опасности по	Класс взрыво-пожаро-опасности по ПУЭ-2000	Категория и группа взрывоопасной смеси	Категория молниезащиты
Узел подключения	A	B-Ia	IIA-T1	I
Установка компрессорная	A	B-Ia	IIA-T1	I

Площадка входных сепараторов	Ан	В-Іг	ІА-Т1	І
Блок замера	А	В-Іа	ІА-Т1	І
Блок-бокс компрессорного	А	В-Іа	ІА-Т1	І
Установка подготовки	А	В-Іа	ІА-Т1	І
Блок-бокс насосной	А	В-Іа	ІА-Т1	І
Емкость дренажная факельной системы	Ан	В-Іг	ІА-Т1	І
Емкость дренажная	Ан	В-Іг	ІА-Т1	І
Площадка АВО газа	Ан	В-Іг	ІА-Т1	І
Станция азотная	-	-	-	ІV
Станция компрессорная	-	-	-	ІV
Насосная масел	В1	ІІ-І	-	ІV
Емкость для слива масла	Вн	ІІ-І	-	ІV
Емкость дренажно-канализационная	-	-	-	ІV
Склад масел в таре	В1	ІІ-І	-	ІV
Насосная метанола	А	В-Іа	ІА-Т3	І
Емкость для аварийного слива	Ан	В-Іг	ІА-Т3	І
Станция пожаротушения	-	-	-	ІV
Блок замера энерго-ресурсов	-	-	-	ІV
Блок энергетический	-	-	-	ІІІ
Электрощитовая с помещением КИП	-	-	-	ІІІ

Электрощитовая	-	-	-	IV
----------------	---	---	---	----

Электрическое питание рабочего места осуществляется от распределительного щита с напряжением 220 В.

Рабочая зона относится к классу II-IIa по ПУЭ - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие, включая термическое, электролитическое, биологическое, механическое. К факторам, определяющим действие тока на организм, относятся сила тока, время воздействия, вид тока, частота переменного тока, место приложения, состояние здоровья, возраст, влажность.

Источником электрического тока в помещении могут выступать неисправность электропроводки, выключателей, розеток, вилок, рубильников, переносимых ламп, любые неисправные электроприборы.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038-82 [6] устанавливает предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц. Наиболее опасен переменный ток с частотой 50 Гц (в 4...5 раз опаснее постоянного).

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 секунд – 2 мА, при 10 секунд и менее – 6 мА [6].

В соответствии с классификацией помещений по опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ [6], помещение относится к помещениям без повышенной опасности. Основаниями для их отнесения к данной категории являются:

- отсутствие в помещениях повышенной влажности воздуха (в помещениях $j = 60\%$);
- отсутствие токопроводящих полов (установлены деревянные полы);
- отсутствие токопроводящей пыли;
- отсутствие высокой температуры воздуха (плюс 23°C);
- отсутствие возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землей металлоконструкциям зданий, механизмов, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

ЭБ должна проводиться следующими мероприятиями:

- должны быть изолированы все токоведущие части; запрещается эксплуатировать поврежденные удлинители; неизолированные части должны защищаться ограждениями; нельзя использовать поврежденные рубильниками, розетки и другими электроустановочными приборами;
- должно быть наличие заземления; быстродействующее устройство защиты;
- электрические приборы должны иметь защиту от токов короткого замыкания; защитой должны служить предохранители. или автоматические выключатели.

Ремонт электрического оборудования может выполнять только специально подготовленный персонал.

Каждый должен знать первые медицинские помощи при поражении электрическим током. В операторской должна быть медицинская аптечка для оказания первой медицинской помощи.

Электроприбор должен быть отключен в случае:

- появления дыма, огня, запаха;
- появления искр из электрического прибора;
- с видимыми повреждениями кабелей.

При возгорании, необходимо вызвать пожарную бригаду и незамедлительно приступить к тушению, при помощи средств пожаротушения. Установки находящихся под напряжением, можно тушить только порошковыми огнетушителями или углекислотным.

На площадке ГКС предусматриваются следующие системы пожаротушения:

- водяное - от сети производственно-противопожарного водопровода (внутреннее и наружное);
- автоматическое газовое.

Расчетное количество пожаров на существующей площадке УПН «Х» НГКМ и

проектируемой площадке ГКС на основании п.2.2 СНиП 2.04.02-84* – один.

Управление пожарными насосами предусмотрено дистанционное и ручное.

Система производственно-противопожарного водоснабжения относится к I категории по степени обеспеченности подачи воды.

Диктующим сооружением, в обоих вариантах, для определения расчетных расходов воды на наружное пожаротушение на проектируемой площадке ГКС является установка компрессорная.

Внутреннее пожаротушение в зданиях предусматривается от пожарных кранов Ду 65 мм. Расчетный расход воды на внутреннее пожаротушение для диктующего здания – установки компрессорной принят на основании СНиП 2.04.01-85* и составляет 10 л/с (две струи по 5 л/с).

Расчетный суммарный запас воды на водяное пожаротушение: внутреннее - из пожарных кранов (10 л/с) и наружное - из пожарных гидрантов (20 л/с) определен из условия продолжительности тушения пожара в течение 3 часов в соответствие с п.2.24 СНиП 2.04.02-84* и составляет 324 м³. Объем установленных на существующей площадке УПН «Х» НГКМ

резервуаров запаса пожарной воды обеспечивает запас воды для пожаротушения объектов проектируемой площадки ГКС.

Оборудование системами АУПТ зданий и сооружений ГКС принято на основании «Перечня производственных зданий, помещений, сооружений и оборудования объектов Единой системы газоснабжения ОАО «Газпром», подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и пожарной сигнализацией».

Автоматическое газовое пожаротушение предусматривается:

- в насосной метанола. Модули газового пожаротушения МГП 16-100, входят в комплект заводской поставки;
- в установке компрессорной (в обоих вариантах).

Для противопожарной защиты объемным способом помещений и оборудования

агрегатов газоперекачивающих, размещенных в индивидуальных укрытиях, запроектирована станция пожаротушения, в которой установлена централизованная установка автоматического газового пожаротушения с применением модуля для жидкой двуокиси углерода МИЖУ, производства ЗАО «Артсок».

В качестве газового огнетушащего вещества (ГОТВ) в установке автоматического газового пожаротушения принята двуокись углерода (CO₂).

Модуль рассчитан на хранение рабочего и 100 % резервного запаса ГОТВ.

От станции газового пожаротушения до блоков распределительных устройств у ГПА прокладывается магистральный газопровод.

Подача CO₂ из магистрального газопровода по направлениям осуществляется по отдельным трубопроводам через распределительные устройства (РУ), установленные в блоках распределительных устройств каждого газоперекачивающего агрегата. Блок распределительных устройств и система газового пожаротушения ГПА входит в поставку завода-изготовителя.

Здания и сооружения ГКС обеспечиваются первичными средствами пожаротушения в соответствии с ППБ 01-2003.

4.1.4 Движущиеся механизмы

Узлы компрессора имеют движущиеся механизмы в связи и с чем необходимо проводить мероприятия по устранению возможных механических травм. К числу которых относятся: проверка наличия защитных кожухов на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств; проверка состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты, – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне. Ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. Они должны иметь такие размеры и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону. При устройстве ограждений должны соблюдаться определенные требования. Запрещается работа со снятым или неисправным ограждением.

4.1.4 Шум

Нормирование допустимых уровней звукового давления производится для каждой октавной полосы частот в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 "Шум. Общие требования безопасности" [1].

Эти нормы предусматривают дифференцированный подход в соответствии с характером производственной деятельности в условиях шума (умственный труд, нервно-эмоциональное напряжение, физический труд и т. д.).

В нормах учитываются характер действующего шума (тональный, импульсный, постоянный) и длительность воздействия шумового фактора при расчете эквивалентных уровней для непостоянных шумов.

Совокупность восьми нормативных уровней звукового давления на разных среднегеометрических частотах называется предельным спектром (ПС). Каждый из спектров имеет свой индекс ПС, например ПС-80, где цифра 80 - нормативный уровень звукового давления (в дБ) в октавной полосе с $f = 1000$ Гц.

Для ориентировочной оценки (например, при проверке органами надзора, выявлении необходимых мер по шумоглушению и т. д.) допускается за характеристику постоянного шума на рабочем месте принимать уровень звука в дБА, измеряемый по шкале А шумомера.

Нормированные ГОСТом параметры шума приведены в таблице 7.

Таблица 8 - Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для широкополосного шума

Рабочее место	Уровни звукового давления (в дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	93	92	86	83	80	78	75	74	85

Максимальная шумовая характеристика двигателей и инструментов от 87 до 92 дБ А. Индекс изоляции шума ограждением составляет 60,4 дБА. Уровень шума около наружной стены здания составляет 31,6 дБА.

4.1.5 Загазованность

Самый распространенный метод определения загазованности и запыленности производственных помещений заключается в точечной подаче смесей проверочного газа. Это позволяет определить работоспособность установленных сигнализаторов. В ходе проверки они должны четко сработать, иначе аппаратуру признают неработоспособной и проводят замену.

Современный закон четко прописывает норму СО загазованности производственных помещений. Уровень определяется специальным индексом загрязнения атмосферы (ИЗА), который должен быть равен или меньше 5. Значение больше 5 говорит о том, что воздух загрязнен и не соответствует нормам. В таком случае надлежит провести замену датчиков и процедуру очищения воздуха.

Существует множество уровней сигнализации загазованности производственных помещений токсичными газами. Низкая степень имеет индекс равный 5, повышенный от 5 до 7, от 7 до 14 – высокий, а значение равное или больше 14 говорит об очень высокой загрязненности атмосферы, которая требует проведения определенных процедур по очистке.

Для устранения загазованности необходима установка вентиляции.

4.2 Экологическая безопасность

Окружающая среда (атмосфера, почва, источники артезианских и целебных вод) может быть загрязнена при освоении скважины в результате выброса нефти, фонтанировании или перетока через неизолированное заколонное пространство пластовых флюидов, содержащих сероводород, углеводороды, соли натрия, кальция, магния, и других элементов. А также в результате выбрасывания промывочной жидкости, которая остается по

окончании бурения или небрежного обращения с радиоактивными изотопами, иногда используемыми для контроля качества разобщения проницаемых пластов.

Одним из мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения окружающей среды, является сооружение на расстоянии 100-200 м от скважины с подветренной стороны до начала работ по вскрытию и освоению продуктивных пластов большого земляного амбара для сбора пластовой жидкости, выбрасываемой из скважины при опробовании, освоении, испытании скважины и при управляемом фонтанировании. В том же случае, если возникло неуправляемое фонтанирование (т.е. при отсутствии противовыбросового оборудования, неисправности его или разрушении устья), необходимо срочно соорудить земляной вал для ограничения возможности растекания пластового флюида по большой территории. Другим мероприятием является пакерование заколонного пространства на участках выше кровли горизонтов с повышенными коэффициентами аномальности, либо между горизонтами с большим относительным перепадом пластовых давлений.

Газы, выделяющиеся из пластовых флюидов и из промывочных жидкостей, необходимо сжигать в факеле или утилизировать в промышленной газосборной сети.

Если в пластовой воде содержится сероводород, то при освоении нужно принять меры к изоляции такого пласта и нейтрализации H_2S . Для кольматации гранулярных пластов с сероводородной водой рекомендуется устанавливать ванны, содержащие 5-10% водорастворимых солей, меди, железа, магния, никеля или свинца, эффективный стабилизатор (например, КМЦ-600, карбофен, крахмал), воду и при необходимости утяжелитель и глинопорошок; для кольматации трещинных пород рекомендуется применять ванны из водорастворимых силикатов. Для нейтрализации сероводорода в промывочную жидкость следует вводить водный раствор медного или железного купороса. Если сероводород содержится в попутном или

природном газе, при сжижении газа в факеле образуется сернистый и серный газы, вызывающие сильное отравление живой природы. Поэтому его необходимо нейтрализовать до сжигания газа в факеле. Одним из способов нейтрализации состоит в подаче в выкидную линию противовыбросового оборудования или фонтанной арматуры водорастворимых гидроокислов двухвалентных металлов. При сжигании газа с наличием сероводорода должны быть обеспечены условия, при которых концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы населенных пунктов или объектов народного хозяйства не превысит санитарных норм.

По окончании освоения или скважины спецодежда должна пройти специальную обработку по нейтрализации сероводорода. По завершении работ необходимо провести контроль воздуха рабочей зоны на наличие сероводорода и проверку герметичности устьевой арматуры.

Освоение скважин, в продукции которых содержится сероводород, газом запрещается.

Все углеводороды, оказавшиеся на территории скважины по окончании работ должны быть собраны и утилизированы, либо сожжены, если утилизация невозможна. Оставшуюся промывочную жидкость следует транспортировать для дальнейшего использования либо захоронить в специально отведенном месте, предварительно нейтрализовав при необходимости вредные химические реагенты. Большая часть территории вокруг законченной скважины должна быть рекультивирована и возвращена для сельскохозяйственного (или иного) использования. Небольшая же часть территории вокруг эксплуатационной скважины в соответствии с действующими нормами должна быть ограждена земляным валом, благоустроена и передана для использования УДНГ.

Для предотвращения снижения проницаемости зоны скважины в результате длительного воздействия на них воды или глинистого раствора после окончания бурения скважин и перфорации колонны должны быть приняты меры по немедленному освоению скважин.

Продукты освоения скважины - нефть, и минерализованные воды - являются потенциальными источниками загрязнения окружающей среды.

Освоение и опробование скважин должно проводиться после обвязки обсадных колонн скважин колонной головкой, которая испытывается закачкой воды в межколонное пространство на давление опресовки внешней обсадной колонны.

В процессе освоения эксплуатационных и нагнетательных скважин должен быть проведен комплекс геофизических, гидродинамических и других исследований в соответствии с утвержденными проектными документами на строительство скважин.

Рекомендуется проводить следующие мероприятия:

- Освоение скважин необходимо производить в специальные емкости;
- Не допускать загрязнения и разлив продуктов освоения скважин;
- В случае разливов продуктов освоения, загрязненный грунт должен быть собран и вывезен спецтранспортом для захоронения в специально отведенное место, которое определяется решением органов самоуправления по согласованию с местным комитетом по охране природы и службой санэпиднадзора.

В условиях короткого сибирского лета может быть оправдано влияние промышленных культур нефтеокисляющих микроорганизмов: Путидойл, Деваройл, Биокрин. Очень эффективно внесение торфа как адсорбента подвижной нефти с последующим фрезерованием почвы;

Необходимо принимать эффективные меры для предотвращения ухудшения проницаемости призабойной зоны за счет глинизации коллектора, инфильтрации и других процессов. Для этого следует применять качественные промывочные жидкости, максимально возможно сокращать время контакта промывочной жидкости с коллектором, не допускать чрезмерного повышения противодавления на пласт коллектор;

Возможно сжигание на факеле полученного притока газа. Работу факельной установки считают удовлетворительной, если происходит полное и бездымное сгорание газов. Бездымное сжигание газов обычно достигают при смешивании их с водяным паром или подачей распыленной воды;

Буровики и бригады освоения должны пройти подготовку и обучение природоохранным мероприятием.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.4.1 Правовые вопросы

Охрана труда - это система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

В охрану труда входят следующие разделы: правовой, технический, гигиена труда, производственная санитария и противопожарная защита. Каждый из этих разделов основывается на достижениях многих самостоятельных наук и производственного опыта.

Правовые вопросы охраны труда базируются на основах законодательства о труде и представляют собой правовые мероприятия, осуществляемые в соответствии с Конституцией РФ, основами законодательства о труде.

Правовые вопросы охраны труда включают в себя законодательные акты, гарантирующие безопасность труда, методы контроля за ними, а также меры ответственности должностных лиц за нарушение законодательства о

труде и правил по охране труда или невыполнение обязательств по коллективным договорам в части охраны труда. Трудовое законодательство регламентирует рабочее время и время отдыха, отпусков, льготы по труду для женщин и подростков, порядок приема на работу и увольнения и т. д.

Техника безопасности изучает вопросы безопасности и безвредности труда на производстве и является системой организационных и технических мероприятий и средств, с помощью которых предотвращается воздействие на работающих опасных производственных факторов. Она неразрывно связана с техникой производства и организацией труда и занимается изучением не только производственного оборудования и производственных условий, но и трудовых процессов, поведения людей на работе.

К вопросам техники безопасности относятся: улучшение технологических процессов, внедрение новых машин, механизмов, инструментов, сконструированных с соблюдением всех требований техники безопасности; установка ограждений и блокирующих устройств; внедрение автоматической сигнализации, обеспечивающей безопасные условия работы; применение рабочими различных средств индивидуальной защиты и др.

Гигиена труда изучает влияние условий труда на здоровье человека и разрабатывает санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические и другие мероприятия, направленные на оздоровление этих условий, охрану здоровья работающих и повышение производительности труда. К таким мероприятиям можно отнести, например, создание на рабочих местах нормальной воздушной среды, освещенности, устранение вредного воздействия шума и вибрации, оборудование необходимых санитарно-бытовых помещений. Предметами изучения гигиены труда являются технология производства и трудовые процессы, сырье, материалы, полуфабрикаты и отходы, физиологические процессы, происходящие в организме человека во время работы, обстановка труда и др.

Цель такого изучения — устранение факторов, отрицательно воздействующих на здоровье людей.

Производственная санитария - это система организационных, гигиенических и санитарно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих вредных производственных факторов. Она представляет собой раздел гигиены труда и изучает производственные вредности, устанавливает методы и разрабатывает средства их устранения. Производственная санитария рассматривает вопросы санитарного обустройства предприятий, улучшения условий труда, предупреждения профессиональных заболеваний и травматизма на производстве.

Противопожарная защита - это система мероприятий, направленных на предупреждение, устранение причин и эффективную ликвидацию загорания, взрывов и пожаров.

Она основывается на теории горения и взрыва, пожаровзрывоопасности веществ, материалов, изделий и включает в себя пожарную автоматику, пожарное водоснабжение, средства и технику пожаротушения, пожарную сигнализацию и связь, противопожарные нормативы, организацию пожарной охраны и пожарного надзора.

4.4.2 Организационные мероприятия

Условия труда - это совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда. Факторы, характеризующие условия труда, условно можно разделить на следующие группы:

- организационно-правовые - совокупность правовых норм, регламентирующих положение работника в обществе, его трудовые обязанности, время труда и отдыха, формы нормирования и оплаты труда, льготы и компенсации за работу в неблагоприятных условиях и др.;

- техническая оснащенность труда – уровень механизации труда, соответствие техники и помещений требованиям безопасности, технической эстетики и др.;

- санитарно-гигиенические - сочетание температуры, влажности, загазованности воздуха в рабочей зоне, уровни шума, вибрации, освещенность рабочих мест и др.

Основные методы улучшения условий труда можно разделить на четыре группы:

- организация производства и труда - от этого во многом зависит создание безопасных и здоровых условий на рабочих местах; совершенствование организации работ позволит резко снизить производственный травматизм и заболеваемость;

- устройство предприятий и цехов определяет санитарно-гигиенические условия труда; создание нормальных условий регламентируется строительными нормами и правилами (СНиП), санитарными нормами промышленных предприятий и рядом других нормативных документов;

- технологический процесс и оборудование - при их выборе должны учитываться требования безопасности; отсутствие источников травматизма, тепло-, газо-, пылевыведений, шума и других вредных воздействий - необходимые условия безопасности труда;

- средства индивидуальной защиты являются вспомогательными, когда другими способами невозможно исключить опасные и вредные производственные факторы.

Заключение

В процессе проведённой работы была дана общая характеристика «Х» нефтегазового месторождения введенного в эксплуатацию в мае 2009 г. и является очень сложным. Сегодня производственный комплекс «Х» месторождения включает в себя кусты скважин, нефтесборники, установку подготовки нефти, резервуарный парк, нефтепровод, собственный энергокомплекс, жилые, бытовые и транспортные помещения, пожарное депо.

В работе даны характеристики компрессорам, представленным на современном рынке оборудования нефтегазового комплекса, даны их сравнительные характеристики, сделан вывод о том, что наиболее распространенными на современных нефтегазовых месторождениях являются поршневые компрессоры. В отличие от винтовых компрессоров, ресурс основных узлов которых может достигать более 200 тыс. часов и периодической замене подлежат только подшипники винтового блока, поршневые компрессоры требуют проведения планового технического обслуживания гораздо чаще, в среднем, через 500 часов эксплуатации.

На «Х» месторождении используются компрессоры Ariel, которые спроектированы с учетом обеспечения простоты в работе и обслуживании. Опыт показывает, что компрессоры Ariel обеспечивают долговечную эффективную работу при соответствующем минимальном обслуживании.

Компрессоры Ariel имеют много общих конструктивных решений, однако каждая модель обладает своими специфическими особенностями, присущими только ей.

Главным недостатком рассматриваемых компрессоров является дорогостоящий ремонт, которые может быть осложнен в свете международной политической обстановки – «санкционных войн», поэтому актуальной является проблема импортозамещения, как процесса в том числе оптимизирующего затраты на ремонтные работы и ускоряющего его

проведение за счет снижения времени простоя в ожидании поступления запасных частей.

Проведенные расчеты показали экономическую целесообразность импортозамещения - увеличение прибыли организации на 8,2256 млрд.руб при проведении ремонтных работ на основе отечественных запасных частей для компрессорной установки Ariel.

Так же в работе представлены методы обеспечения охраны труда, промышленной безопасности и мероприятия по охране труда.

Список использованных источников

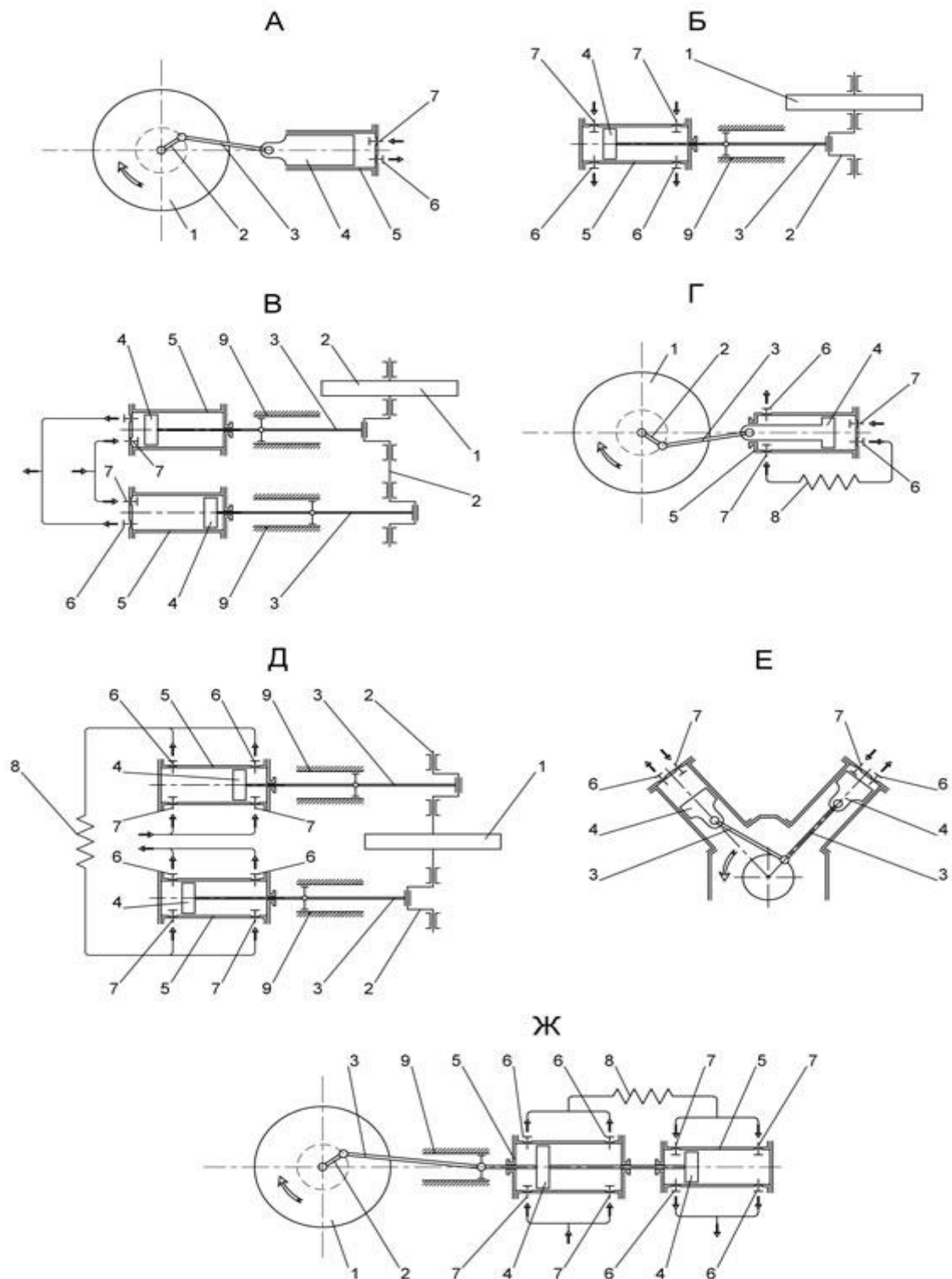
1. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. Москва: Изд-во стандартов, 1984. – 6 с.
2. ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. Москва: Изд-во стандартов, 1995. – 26 с.
3. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны Москва: Изд-во стандартов, 1986. – 15 с.
4. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. Москва: Изд-во стандартов, 1977. – 9 с.
5. ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. Москва: Изд-во стандартов, 1990. – 6 с.
6. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация Москва: Изд-во стандартов, 1981. – 11 с.
7. ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Защитное заземление, зануление. Москва: Изд-во стандартов, 1982. – 10 с.
8. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. Москва: Изд-во стандартов, 1983. – 16 с.
9. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам Москва: Изд-во стандартов, 1982. – 216 с.
10. ГОСТ 17.2.3.02-2014 Межгосударственный стандарт. Правила становления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями/ Приказ Росстандарта от 20.03.2014 № 208-ст
11. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21)

- 12.ПБ 08-624-03 «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». Госгортехнадзор России, 2003, № 56.
- 13.Глава СНиП П-4-79. Естественное и искусственное освещение/Госстрой СССР.- М.: Стройиздат, 1980. - 48 с.
- 14.СНиП 23-01-99* «Строительная климатология». Госстрой России, 2003.
- 15.СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты». Госстрой России, 1987 г.
- 16.СНиП 2.05.02-85* «Автомобильные дороги». Госстрой России, 2004.
- 17.СНиП 2.05.03-84* «Мосты и трубы». Минстрой России, 1996.
- 18.СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы». Госстрой России, 1993, № 18-10.
- 19.СНиП 2.05.07-91* «Промышленный транспорт». Минстрой России, 1996.
- 20.ВСН 26-90 «Инструкция по проектированию и строительству автомобильных дорог нефтяных и газовых промыслов Западной Сибири». Минтрасстрой, 1990.
- 21.СН 467-74 «Нормы отвода земель для автомобильных дорог». Минавтодор РСФСР, 1974.
- 22.ВНТП 03/170/567-87 «Противопожарные нормы проектирования объектов Западно-Сибирского нефтегазового комплекса». Мингазпром, 1987.
- 23.Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 4-е изд. - Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). - Москва: Юрайт, 2013. - 1 Мультимедиа CD-ROM. - Бакалавр. Базовый курс. - Бакалавр. Углубленный курс. - Электронные учебники издательства Юрайт. - Электронная копия печатного издания. - Доступ из корпоративной сети ТПУ. - Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows

- 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2440.pdf>
24. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда : учебное пособие для вузов / П. П. Кукин [и др.]. - 5-е изд., стер. - Москва: Высшая школа, 2009. - 335 с.: ил. - Для высших учебных заведений. - Безопасность жизнедеятельности. - Библиогр.: с. 333.
25. Лесенко, Георгий Георгиевич. Безопасность труда в приборостроении / Г. Г. Лесенко, Ю. И. Борисенко. - Киев: Техника, 1988. - 128 с.: ил. - Техника безопасности. - Библиогр.: с. 127.
26. Корнилович, О. П. Техника безопасности при работе с инструментами и приспособлениями / О. П. Корнилович. - Москва: Энергоатомиздат, 1992. - 93 с.: ил. - Библиотека электромонтера; Вып. 633. - Библиогр.: с. 94.
27. ПУЭ (Правила устройства электроустановок), издание 6, Главгосэнергонадзор России, 1998.
28. Об утверждении федерального классификационного каталога отходов/Приказ Росприроднадзора от 18.07.2014 № 445//Рос.газ. 19.09.2014. №214
29. Регламент проведения контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений геофизическими методами № 13-С01-12.-М., 2012.
30. Инструкция по применению классификации запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов, МПР РФ, 2015 г.
31. Бжицких Т. Г. Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа. - Томск: Изд-во ТПУ, 2011. - 263 с.
32. Разработка и использование постоянно действующих геолого-технологических моделей месторождений углеводородного сырья: Руководство подготовлено по заданию НИПИ нефти и газа РАЕН сотрудниками ОАО «ВНИИнефть» им. А.П.Крылова Максимовым М.М., Денисовым С.Б., Рыбицкой Л.П., - М., 2013.-141 с.

- 33.Чоловский И.П. Геолого-промысловый анализ при разработке нефтяных месторождений. - Москва, Недра, 2014. – 208 с.
- 34.Геологическая интерпретация геофизических данных: учебное пособие/ А.В. Ежова. - 2-е изд. - Томск: Изд-во ТПУ, 2013. - 117 с.
- 35.Литология: учебник/ А.В. Ежова; ТПУ - 2-е изд. - Томск: Изд-во ТПУ, 2013. - 336 с
- 36.Гриднев Д.З. Природно-экологический каркас в территориальном планировании муниципальных образований: автореф. дисс. к.г.н. М. 2011. – 247 с.
- 37.Гвоздецкая М.В. Комплексный аналитический метод мониторинга состояния отходов бурения: автореф. дисс. к.т.н. СПб. 2010. – 28 с.
- 38.Интерпретация 3Д сейсмических данных на Снежном месторождении, ООО «Норд Империял», Томск, 2010. – 124 с.
- 39.Оперативный подсчет запасов углеводородов по Снежному месторождению Томской области, ООО «Норд Империял», Томск, 2012. – 247 с.
- 40.Отчет о проведении площадных сейсморазведочных работ МОГТ-3Д сейсмопартией 17/05-06 на лицензионном участке №77, ООО «Норд Империял», Томск, 2014. – 128 с.
- 41.Подсчет запасов УВ и ТЭО КИН продуктивных пластов Снежного месторождения, ООО «Норд Империял», Томск, 2011. – 258 с.
- 42.Крылов О.В. Технологическая схема разработки Снежного месторождения Томской области. Томск: ООО «Норд Империял», 2013. – 158 с.
- 43.Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. - 11 с.

Приложение А Общая характеристика компрессора



1 - МАХОВИК
 2 - КРИВОШИП
 3 - ШАТУН
 4 - ПОРШЕНЬ
 5 - ЦИЛИНДР
 6 - НАГНЕТАТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН
 7 - ВСАСЫВАЮЩИЙ КЛАПАН
 8 - ХОЛОДИЛЬНИК
 9 - КРЕЙЦКОПФ

А - ОДНОЦИЛИНДРОВЫЙ ПРОСТОГО ДЕЙСТВИЯ
 Б - ОДНОЦИЛИНДРОВЫЙ ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ
 В - ДВУХЦИЛИНДРОВЫЙ ПРОСТОГО ДЕЙСТВИЯ
 Г - С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ ПОРШНЕМ
 Д - ТИП "КОМПАУНД"
 Е - С V-ОБРАЗНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ЦИЛИНДРОВ
 Ж - ТИП "ТАНДЕМ"

Приложение Б Перечень вероятных неисправностей и их возможные причины

Проблемы	Причины
Низкое давление масла	Чрезмерно низкая уставка предохранительного клапана маслососа и/или регулирующего клапана или их заедание Неисправность масляного насоса или его привода Вспенивание масла из-за задевания поверхности масла противовесами (чрезмерно высокий уровень масла). Холодное масло. Загрязнен масляный фильтр. Утечка масла внутри рамы. Чрезмерная утечка в подшипниках. Неправильная уставка защиты по низкому давлению масла. Неисправен манометр. Забит сетчатый фильтр в картере. Несоответствующий торцевой зазор в маслососе
Шум в цилиндре	Ослаблен поршень. Поршень ударяет в наружную или внутреннюю крышку цилиндра. Ослаблена уравнивающая гайка крейцкопфа. Поломка или неплотность клапана (ов) Изношены или сломаны поршневые кольца или опорные кольца. Неправильно установлен клапан или повреждена его прокладка. Жидкость в цилиндре.
Чрезмерный пропуск сальников	Изношенные кольца сальника Неподходящее смазочное масло и/или недостаточная подача масла Загрязнение сальника. Кольца сальника собраны неправильно Несоответствующий боковой зазор или зазор в замках колец. Закупорена вентиляционная система сальника Шток задран или имеет овальность или конусность Чрезмерное биение (уклон) штока Сальник неправильно установлен или подогнан.
Перегрев сальника	Не поступает масло в сальник. Неподходящее смазочное масло и/или недостаточная подача масла. Изношены кольца сальника

	Загрязнение сальника. Несоответствующий боковой зазор или зазор в замках колец. Шток задран или имеет овальность или конусность. Чрезмерное биение (уклон) штока.
Закоксование клапанов	Чрезмерная подача масла. Неподходящее смазочное масло. Занос масла со всасывающей системы или предыдущей ступени Сломанные или негерметичные клапаны вызывают перегрев. Повышенная температура из-за слишком высокого отношения давлений в цилиндрах.
Срабатывание предохранительного клапана	Неисправен предохранительный клапан. Неплотные всасывающие клапаны или кольца цилиндров следующей (высшей) ступени. Запирание, заклинивание или закрытие крана на нагнетании
Высокая температура нагнетания	Слишком высокое отношение давлений в цилиндрах из-за неплотных всасывающих клапанов или колец цилиндров следующей ступени. Загрязнение трубопроводов промежуточного холодильника. Неплотные нагнетательные клапаны или поршневые кольца. Высокая температура всасывания. Неподходящее смазочное масло и/или неправильная подача масла.
Стуки в раме	Ослаблен палец крейцкопфа или пластины (крышки) пальца. Ослаблен натяг или изношены коренные, шатунные подшипники или подшипники крейцкопфа. Низкое давление масла. Холодное масло. Неподходящее масло. Стук фактически возникает в цилиндре.
Утечка масла по коленвалу со стороны привода	Забито вентиляционное отверстие или трубопровод вентиляции. Чрезмерные утечки в сальниках цилиндров.
Утечки масла из	Изношены кольца маслосбрасывающего

маслоотражателя штока	предсальника. Маслосбрасывающий предсальник собран неправильно. Изношен или задран шток. Неправильная подгонка колец к штоку или несоответствующий зазор.
Останов компрессора из-за неисправности в лубрикаторной системе (срабатывание защиты по отсутствию потока смазки)	Отказ насоса лубрикатора или распределительного блока Нарушение подачи масла к насосу лубрикатора Поломка привода насоса лубрикатора Монитор Профлоу запрограммирован неправильно Батарея монитора Профлоу отказала или нарушено питание Отпал или закоротил провод системы управления Узел индикатора не полностью задвинут в корпус монитора Профлоу, ненадежная работа.
Утечки масла в резьбовых соединениях труб	Неплотное соединение Не установлен уплотнитель (лента, шнур, прокладка). Дефектная или поврежденная трубная резьба. Не применена самоуплотняющаяся резьба NPTF Dryseal. Давление слишком высокое для применения трубного резьбового соединения. Примененное уплотнение трубной резьбы не совместимо с применяемым синтетическим маслом. Треснула труба или фитинг.