

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Э. А. Петровский
«___» _____ 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

направление 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
профиль 21.03.01.07 «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов
нефтегазового производства»

Разработка системы технического обслуживания и ремонта поршневого
компрессора Ariel

Руководитель

подпись, дата

к.т.н., доцент

должность, ученая степень

В.В. Бухтояров
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Ю.А. Чувашов
инициалы, фамилия

Красноярск 2021

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Э. А. Петровский

«___» _____ 2021 г.

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту Чувашову Юрию Алексеевичу

Группа ГБ17-07Б Направление (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»,
профиль 21.03.07 «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов
нефтегазового производства»

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка системы технического
обслуживания и ремонта поршневого компрессора Ariel»

Утверждена приказом по университету № 2741/с от 25.02.2021

Руководитель ВКР В.В. Бухтояров, канд. техн. наук., доцент кафедры
Технологические машины и оборудование нефтегазового комплекса, институт
нефти и газа, Сибирский федеральный университет

Исходные данные для ВКР:

Справочники по оборудованию и технологическим машинам нефтегазового
комплекса, справочники и методические разработки по теории надежности,
технологические схемы участков производства, государственные стандарты в
области надежности машин и аппаратов, методики определения показателей
надежности и методики и руководства по обслуживанию технологического
оборудования нефтегазового комплекса, научные статьи и диссертации по теме
ВКР, данные по диагностике компрессорного оборудования.

Перечень разделов ВКР

Введение: Актуальность, цель и задачи ВКР.

Глава 1 – Общие сведения о компрессорах Ariel Назначение. Область
применения. Классификация и устройство компрессоров Ariel

Глава 2 – Техническое обслуживание и ремонт компрессорного оборудования.

Глава 3 – Разработка системы ТОиР на постгарантийный период для
компрессоров Ariel.

Заключение: Общие выводы по работе.

Руководитель ВКР

Бухтояров

подпись

В.В.

Задание принял к исполнению

подпись

Ю.А. Чувашов

«___» _____ 2021 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка системы технического обслуживания и ремонта поршневого компрессора Ariel» содержит 77 страниц печатного текста, 16 рисунков, 7 таблиц, 18 используемых источников.

ПОРШНЕВОЙ КОМПРЕССОР, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, РЕМОНТ, НЕИСПРАВНОСТИ, ОТКАЗ, ИЗНОС, ГАРАНТИЯ, РАБОТЫ, ИНСТРУМЕНТЫ, ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ, ЗАПЧАСТИ.

Объект работы: Постгарантийное обслуживание поршневого компрессора Ariel.

Цель работы: Разработка системы ТОиР.

Задачи:

- Ознакомиться с назначением, принципом работы поршневого компрессора ARIEL, его устройством и классификацией;
- Ознакомиться с ТОиР поршневого компрессора;
- Ознакомиться с основными причинами отказа поршневых компрессоров ARIEL;
- Разработать постгарантийную систему ТОиР;
- Изучить состав оборудования и инструментов для ТОиР поршневого компрессора ARIEL;
- Провести анализ возможности проведения работ на месте эксплуатации;
- Привести расчеты о запасах запчастей (подшипников) для поршневого компрессора ARIEL;
- Предложить рекомендации по повышению надежности для поршневого компрессора ARIEL.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Общие теоретические сведения о компрессоре Ariel.....	9
1.1 Назначение и принцип действия компрессоров	12
1.1.1 Назначение.....	12
1.1.2 Принцип действия.....	12
1.2 Классификация и устройство компрессоров Ariel.....	14
1.2.1 Классификация	14
1.2.2 Устройство	16
1.3 Область применения и примеры использования поршневых компрессоров Ariel.....	18
1.3.1 Область применения	18
1.3.2 Примеры использования	20
1.4 Нормативная литература и маркировка Ariel.....	21
1.4.1 Нормативная литература	21
1.4.2 Маркировка.....	22
2 Техническое обслуживание и ремонт компрессорного оборудования	25
2.1 Общие сведения ТОиР	26
2.1.1 Методы, операции и процессы ТОиР.....	30
2.1.2 Системы и показатели систем ТОиР	38
2.1.3 Средства ТОиР	41
2.1.4 Ремонтопригодность и технологичность объектов ТОиР	45
2.2 ТОиР компрессоров	48
2.2.1 Причины отказов и износа поршневых компрессоров	49
2.2.2 ТОиР поршневых компрессоров Ariel	50
2.3 Гарантия на агрегаты Ariel.....	60
2.3.1 Ограниченная гарантия	60
2.3.2 Продленная гарантия	61
3 Разработка системы ТОиР на пост гарантийный период для компрессоров Ariel.....	62
3.1 Интервалы работ по ТОиР	62
3.2 Перечень работ для ТОиР	63

3.3 Состав оборудования и инструментов для ТОиР компрессоров	67
3.4 Анализ возможности проведения ремонтных работ на месте эксплуатации.....	70
3.5 Запасы запасных частей	71
3.5.1 Примерные запасы запасных частей.....	72
3.6 Предложения по повышению надежности компрессора в период эксплуатации.....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	76

ВВЕДЕНИЕ

Пневматическое оборудование используется повсеместно. От его качества, мощности и надёжности зависят такие промышленные сферы как нефте-, газодобыча. Компрессор — это оборудование, используемое для транспортировки или же сжатия таких рабочих сред как различные газы. Не удивительно, что при столь очевидной универсальности, пневматические установки нашли свое место в процессе модернизации предприятий.

Среди всех производителей оппозитных поршневых компрессоров корпорация Ariel является крупнейшим. Эти компрессоры используются в энергетической промышленности для добычи, переработки, транспортировки, хранения и распределения природного газа от устья скважины до конечного потребителя. Ariel также поставляет специально разработанные под стандарт API-618 поршневые компрессоры для нефтехимической промышленности. Как признанный мировой производитель поршневых компрессоров, корпорация Ariel соответствует промышленным стандартам посредством высококачественного проектирования и производства, передовых промышленных исследований и разработок, а также, не имеющей себе равных, поддержки конечного потребителя.

Практически везде, где происходит добыча природных ископаемых во взрывоопасных условиях, можно встретить компрессор Ariel. Корпорация производит приборы разной мощности, типоразмера и максимально допустимого давления. Это обеспечивает высокую производительность, благодаря возможности подобрать оптимальное оборудование в соответствии с требованиями и условиями работы. [1]

Компрессорные агрегаты Ariel проектируют с учетом простоты в работе и обслуживании. Опыт показывает, что компрессоры Ariel обеспечивают долговременную эффективную работу при минимальном обслуживании. Агрегаты Ariel имеют много общих конструктивных решений, но все же каждая модель обладает своими специфическими особенностями, принадлежащими только ей.

Своевременное, правильно выполненное техническое обслуживание компрессора – залог долгой работы. Техническое обслуживание установки заключается в контроле за работой ее механизмов, проверке технического состояния, очистке и т.д. [2]

Целью данной работы является разработка послегарантийной системы технического обслуживания и ремонта поршневых компрессоров Ariel. Эта цель достигается благодаря выполнению следующих задач:

- Ознакомлению с назначением, принципом работы поршневого компрессора ARIEL, его устройством и классификацией;
- Ознакомлению с ТОиР поршневого компрессора;
- Ознакомлению с основными причинами отказа поршневых компрессоров ARIEL;
- Разработке постгарантийной системы ТОиР;
- Изучению состава оборудования и инструментов для ТОиР поршневого компрессора ARIEL;
- Проведения анализа возможности проведения работ на месте эксплуатации;
- Проведения расчетов о запасах запчастей (подшипников) для поршневого компрессора ARIEL;
- Предложения по повышению надежности для поршневого компрессора ARIEL.

1 Общие теоретические сведения о компрессоре Ariel

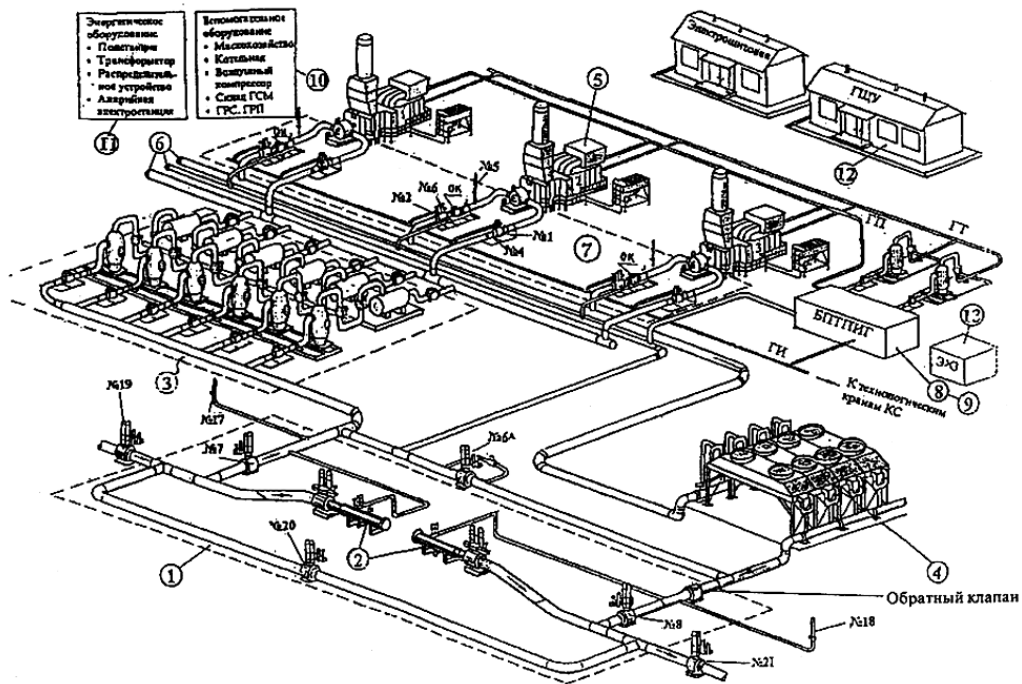
Лидирующей компанией по производству поршневых компрессоров является «Ariel corporation». Она занимается производством оппозитных поршневых компрессоров. Главное отличие компании от многих других иностранных и отечественных производителей, имеющих фиксированную номенклатуру серийной продукции в том, что Ariel производят компрессоры из серийно производимых компонентов под любые условия.

Компрессор Ariel является центральной частью системы, имеющей название компрессорный или газоперекачивающий агрегат, или компрессорной установки. Такая установка включает в себя: двигатель, трубопроводы, элементы охлаждения и другие компоненты. А уже сам агрегат является составной частью еще большей системы – компрессорной станции.

Главная цель компрессорной установки — это сжатия попутного газа до необходимого давления на выходе ГКС, так же охлаждения и сепарации жидкости, которая выделяется в процессе охлаждения. Компрессорная установка работает в автоматическом режиме, без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Компрессорная станция — является составной и неотъемлемой частью магистрального газопровода. Она обеспечивает транспорт газа с помощью энергетического оборудования. Станция служит управляющим элементом в комплексе сооружений, входящих в систему магистрального газопровода. Именно параметры работы станции определяют режим функционирования газовой магистрали. [3]

На рис. 1 показана схема компрессорной станции.



1 - узел подключения КС к магистральному газопроводу; 2 - камеры запуска и приема очистного устройства магистрального газопровода; 3 - установка очистки технологического газа, состоящая из пылеуловителей и фильтр-сепараторов; 4 - установка охлаждения технологического газа; 5 - газоперекачивающие агрегаты; 6 - технологические трубопроводы обвязки компрессорной станции; 7 - запорная арматура технологических трубопроводов обвязки агрегатов; 8 - установка подготовки пускового и топливного газа; 9 - установка подготовки импульсного газа; 10 - различное вспомогательное оборудование; 11 - энергетическое оборудование; 12 - главный щит управления и система телемеханики; 13 - оборудование электрохимической защиты трубопроводов обвязки КС.

Рисунок 1 – Принципиальная схема основного оборудования КС

Ниже на рис.2 показана схема компрессорного агрегата.

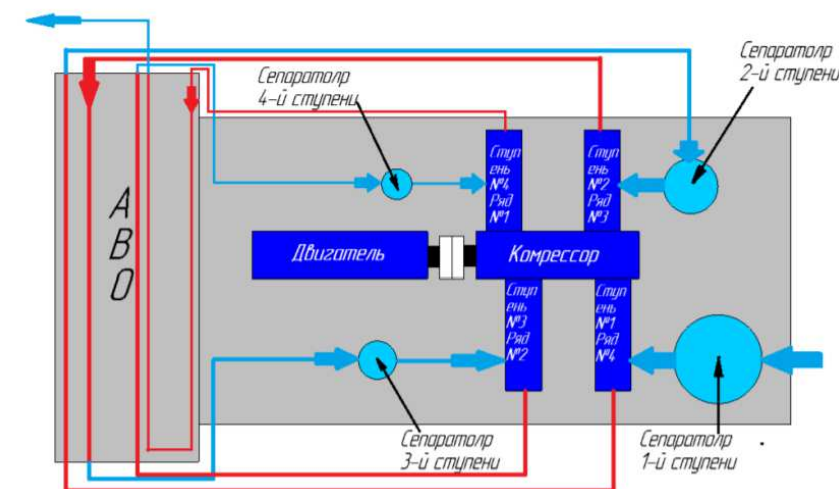


Рисунок 2 – Схема компрессорного агрегата

Типичная схема компрессорного агрегата.

Основными компонентами являются:

- рама агрегата;
- привод;
- компрессор;
- АВО;
- сепаратор для каждой ступени.

Остальные компоненты, которые не указаны на схеме:

- предохранительный клапан для каждой ступени;
- клапан продувки;
- панель управления;
- буферные емкости;
- маслосистема;
- охлаждение маслосистемы;
- измерительная аппаратура.

Далее на рис. 3 показан компрессорный агрегат и расположение компрессора в нем.

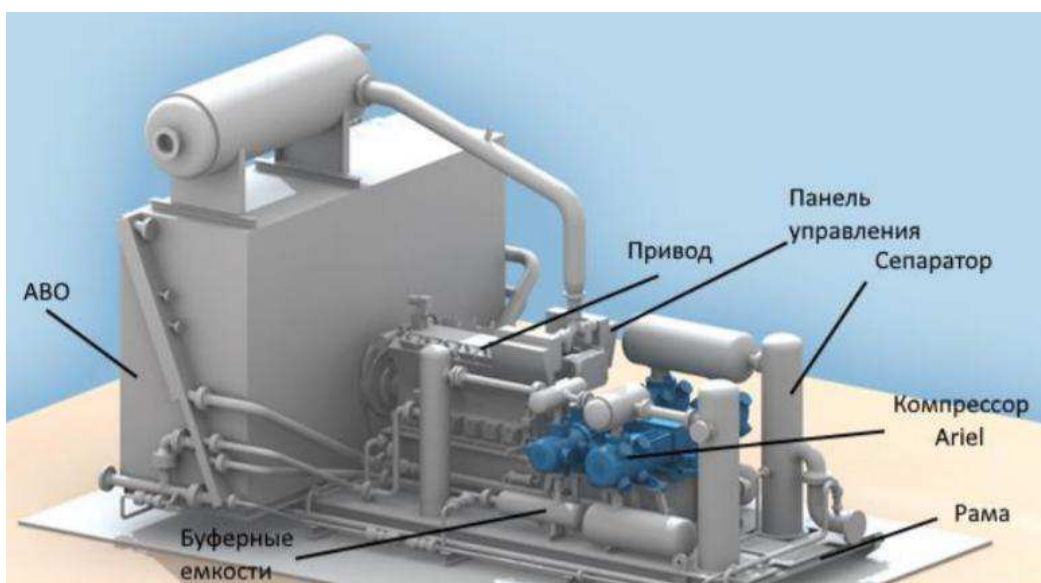


Рисунок 3 – Компрессорный агрегат

Работа станции происходит следующим образом: газ по трубопроводам поступает на сепаратор первой ступени, очищается от механических примесей, воды и проходит на первую ступень, где дожимается до определенного давления и выходит на охлаждение в аппарат воздушного охлаждения сокращенно АВО, в процессе охлаждения газа в нем выпадает капельная жидкость, которую отбивает демистер в во втором сепараторе. Данный сепаратор имеет спираль либо тангенциальный с перегородкой, в результате чего газ испытывает завихрение, и капельная жидкость выпадает в днище сосуда, а газ, прошедший через демистер, идет на вход второй ступени сжатия, сжимается и снова попадает на АВО, далее газ проходит на сепаратор 3-й ступени, где также очищается, затем идет на сжатие на третью ступень и выходит на АВО. Дальше по такому же принципу газ попадает на сепаратор четвертой ступени, очищается, сжимается на последней ступени, охлаждается на АВО и транспортируется в требуемое местоположение.

Ведущие инженеры корпорации Ariel разрабатывают системы компрессора по индивидуальным просьбам потребителя с учетом конструкции двигателя, что позволяет эффективно использовать максимальную производственную мощность. [4]

1.1 Назначение и принцип действия компрессоров

1.1.1 Назначение

Компрессор – это промышленный агрегат, который используют для сжатия и подачи газов и воздуха под определенным давлением. Эти агрегаты широко используются в различных технологических процессах практически во всех сферах нефтегазовой отрасли. А точнее сфера применения – это разведка и добыча, хранение и транспортировка, а также переработка и реализация содержимого.

1.1.2 Принцип действия

Принцип действия поршневых компрессоров заключается в следующем: при возвратно - поступательном движении поршня происходит циклическое наполнение рабочих камер и выталкивание из них порций перекачиваемой среды. Однако характер рабочего процесса в компрессоре существенно иной, нежели в насосе. По устройству эти машины также значительно различаются. По системам охлаждения цилиндров и их смазки поршневые компрессоры родственны поршневым ДВС. Некоторые детали этих машин аналогичны.

На рис. 4 показан способ работы оборудования:

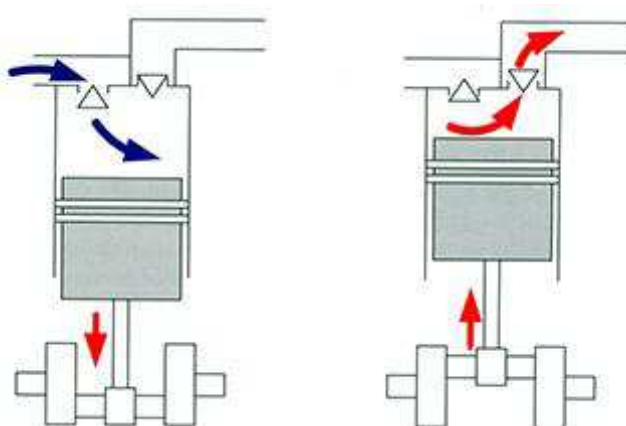


Рисунок 4 – Принцип работы компрессора

В поршневых компрессорах сжатие газа осуществляется в результате перемещения поршня, совершающего возвратно-поступательное движение в цилиндре под действием кривошипно-шатунного механизма (КШМ).

КШМ компрессора включает в себя шатун, коленчатый вал, шток поршня, крейцкопф. Крайние положения поршня в цилиндре называют мертвыми точками, а пространство между крышкой цилиндра и торцом поршня, находящегося в мертвой точке, называют мертвым пространством.

При всасывании поршень, двигаясь из одной мертвой точки к другой, создает разрежение газа, оставшегося в мертвом пространстве цилиндра, в результате чего открывается всасывающий клапан и происходит всасывание газа. При обратном движении поршня газ сжимается, давление возрастает, впускной клапан закрывается. При давлении в цилиндре, превышающим давление за нагнетательным клапаном, последний открывается и начинается

этап нагнетания газа, который длится до возвращения поршня в начальное крайнее положение. Процесс повторяется с каждым оборотом коленвала. [5]

1.2 Классификация и устройство компрессоров Ariel

1.2.1 Классификация

1. JGM и JGP

Маломощные поршневые газовые компрессоры мощностью до 125 кВт, скорость 1500 / 1800 об/мин, 1- или 2-рядные. Компрессоры модели JGM и JGP используют для добычи газа на небольших месторождениях.

Благодаря своей экономической эффективности и легкости технического обслуживания эти модели получили заслуженную популярность. Долговечные поршни этих моделей обеспечивают бесперебойную и длительную службу агрегата.

Разборная конструкция, экономичная работа, отлично подходят для добычи, газлифта и различных областей применения сжатого природного газа в качестве топлива

2. JGN и JGQ

Модели JGN и JGQ – поршневые агрегаты малой мощности до 185 / 206 кВт, скорость 1500 / 1800 об/мин, 1- или 2-рядные. Эти модели зарекомендовали себя при работе с небольшими, высокоскоростными двигателями для добычи газа и его последующего сжатия. Они стали одними из самых лучших и доступных решений для разработки газовых месторождений с различными стандартизированными компрессионными установками.

Комплектация расширяется цилиндрами высокого давления, идеальное предложение для газлифта и станций заправки газомоторного транспорта

3. JG и JGA

Поршневые компрессоры Ariel JG и JGA обладают средней производительностью, мощность до 371 / 618 кВт, скорость 1500 / 1800 об/мин, 2- или 4-рядные. Применяются в сфере добычи нефти и газа, но также эти модели показали свою эффективность при сжатии природного газа и бурении с

отрицательной депрессией на пласт. Для приведения в действия с этими моделями чаще всего используют электродвигатели или двигатели внутреннего сгорания.

Средние габариты, используются для добычи, дожима топливного газа, бурения скважин на депрессии, станций заправки газомоторного транспорта

4. JGC, JGD и JGF

Большие среднескоростные установки, мощностью до 4570 кВт, скорость 1000 / 1200 / 1500 об/мин, для высокопроизводительных применений требующих высокого уровня сжатия, привод от электродвигателей и двигателей внутреннего сгорания. Являются наиболее выгодным решением для добычи, транспортировки нефти и природного газа, производства электроэнергии и в прочих областях применения компрессоров большой мощности и производительности. Предлагается целый ряд цилиндров, включая специальные цилиндры для транспортировки газа по трубопроводам.

5. JGK и JGT

Большие и среднескоростные модели поршневых компрессоров раздельного типа. Они являются лучшими при выборе установок для добычи сырья, транспортировки, хранения, дожима топливного газа и пр.

Эти модели имеют одинаковые установки, однако JGT обладает большей скоростью вращения (1500 об/мин против 1200 об/мин), и более коротким ходом поршня (114 мм против 140 мм) по сравнению с JGK. Для обоих компрессоров доступен большой выбор цилиндров.

6. KBZ и KBU

Большие среднескоростные установки поршневых компрессоров раздельного типа, мощностью до 5740 кВт, скорость 1000 / 1200 об/мин, 2-, 4- или 6-рядные, адаптированы для высоких нагрузок на шток (до 70 тонн), высокая производительность. С начала продаж в 2002 году показали себя как наиболее экономически выгодные установки для транспортировки газа, производства электроэнергии, охлаждения, переработки и других применений, требующих мощных двигателей и компрессоров. Доступны цилиндры для

различных применений, включая специальные исполнения для транспортировки газа по трубопроводам.

7. JGH и JGE

Эти поршневые газовые компрессоры являются крупногабаритными и признаны во всем мире за качество и надежность. Широко используются для добычи и транспортировки нефтегазового сырья. Разрабатываются с учетом возможности применения с целым рядом цилиндров. Обеспечение непрерывной работы этих моделей компрессора происходит благодаря эксплуатации с современными двигателями.

8. KBV и KBV

Модели KBV и KBV – самые большие компрессоры корпорации Ariel. 2 установки способны выдавать мощность до 10 000 л.с. в сумме с нагрузкой на шток в 845 кН. Хорошо подходят для применения, в системах хранения и в конструкциях с использованием впрыска газа под высоким давлением. Мощность до 7355 кВт, скорость 750 / 950 об/мин, 4- или 6-рядные. У этих моделей усиленная конструкция построения для работы в системах трубопроводной перекачки газа под высоким давлением.

9. JGR и JGJ

Модели JGR и JGJ – среднегабаритные поршневые агрегаты корпорации Ariel. Они являются агрегатами отдельного типа, приводимые в действие двигателем. Используются при добыче газа из скважин небольших размеров. Обладают доказанной эффективностью при работе с дожимом топливного газа и зачастую поставляются с газовым двигателем или электродвигателем. [4]

1.2.2 Устройство

Корпорация Ariel имеет большое количество моделей поршневых компрессоров, классификация которых приведена выше, на примере устройства компрессора изобразим модель Ariel KBZ/6 изображенную на рис. 5.

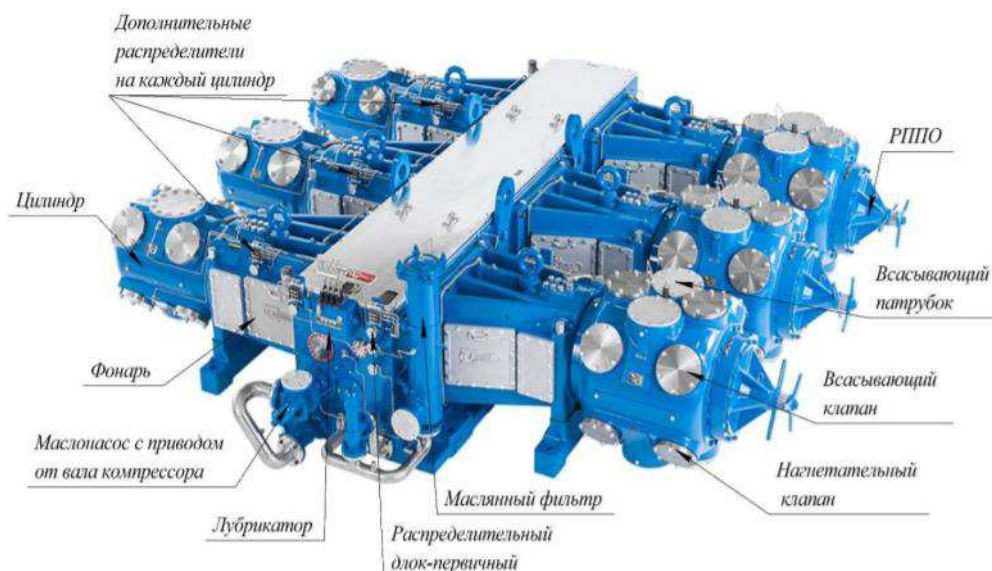


Рисунок 5 – поршневой компрессор Ariel KBZ/6

Основные компоненты компрессора:

- станина, в которой устанавливается коленвал и шатуны;
- фонари с направляющими ползуна и ползун;
- поршневые штоки и поршни;
- цилиндры;
- клапаны;
- разгрузочные устройства.

Поршневой компрессор серии KBZ, модель KBZ/6 – шести рядный поршневой компрессор двойного действия с оппозитным расположением поршней с тремя ступенями сжатия (1-ая ступень имеет 3 цилиндра, 2-ая ступень 2 цилиндра, 3-я ступень сжатия имеет 1 цилиндр). Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

Это крупные среднескоростные поршневые компрессоры Ariel, которые способны выдерживать большие нагрузки на шток (667 233 Н). Будучи экономичными, они оправдывают свое применение в тех сферах, где требуется высокая мощность привода и высокая степень сжатия. [6]

Таблица 1 – Основные технические характеристики поршневого компрессора Ariel KBZ/6

Номинальная мощность, л. с. (кВт)	до 7800 (5816)
Количество рядов	6
Ход поршня, мм	171
Максимальная частота вращения, об/мин	1000
Скорость поршня (м/с)	5,71
Суммарная нагрузка на шток (Н)	667233
Нагрузка на шток при растяжении (Н)	333617
Нагрузка на шток при сжатии (Н)	355857
Средняя масса без цилиндров (кг)	18098
Масса с цилиндрами (кг)	30500
Максимальная длина (мм)	4648
Номинальная ширина (мм)	4877
Высота оси коленчатого вала (мм)	609,6
Диаметр штока, мм	73,03
Давление нагнетания, кгс/см ²	До 99

Далее на рис. 6 показана кинематическая схема поршневого компрессора.

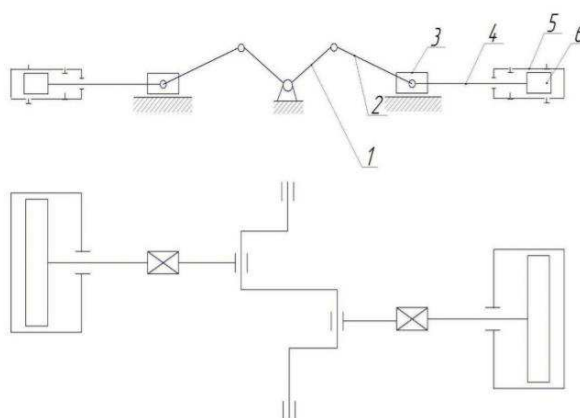


Рисунок 6 – Кинематическая схема поршневого компрессора
 1-кривошип; 2-шатун; 3-ползун (крейцкопф); 4-шток; 5-цилиндр с клапанами;
 6- поршень.

1.3 Область применения и примеры использования поршневых компрессоров Ariel

1.3.1 Область применения

Поршневые компрессоры активно используются в самых различных отраслях промышленности, а также в быту.

Оборудование Ariel проектируется с учетом сферы его применения, а потому потребители могут смело смотреть в будущее, ведь они защищены от любых неожиданностей. Уже более 45 лет Ariel производит компрессоры мирового класса, которые неизменно отличаются инновационными решениями и надежностью. Благодаря этому потребители могут не только модернизировать устаревшую производственную инфраструктуру, но также сократить простои оборудования и эксплуатационные издержки. [7]

Основные области применения Ariel в нефтегазовой отрасли:

1. Добыча

Добывающий сектор охватывает геологоразведку, извлечение запасов и промышленное освоение нефтяных и газовых месторождений.

- Закачивание кислых газов;
- Повышение нефтеотдачи;
- Промысловый сбор газа;
- Закачивание воздуха/азота;
- Биогаз.

2. Очистка и транспортировка

Промежуточный сектор охватывает очистку, хранение и транспортировку сырой нефти, природного газа и широкой фракции легких углеводородов.

- Трубопроводный транспорт;
- Газовые хранилища — закачивание и отбор.

3. Переработка и сбыт

Перерабатывающий сектор нефтегазовой промышленности охватывает очистку и переработку углеводородного сырья в более ценные продукты, такие как топливо, смазочные материалы и нефтехимическую продукцию, включая удобрения, каучуки и полимеры.

- Компримированный природный газ;
- Перерабатывающая, нефтехимическая и газовая отрасли.

1.3.2 Примеры использования

Важной областью использования компрессоров Ariel в РФ, Казахстане и иных государствах СНГ в последние годы является утилизация попутного нефтяного газа. Лидером в решении данной довольно важной для экономики и экологии трудности является нефтяная компания «Роснефть». За прошедшие годы на некоторых месторождениях НК «Роснефть» были ликвидированы факела, и попутный газ, сжимаемый в поршневых агрегатах Ariel, эффективно применяется для выработки электричества или же транспортируется на газоперерабатывающие фабрики для получения ценных углеводородов (Хасырейское месторождение, Нефтегорский ГПЗ, Сахалинские месторождения, и др.).

На Ванкорском нефтяном месторождении на станции по закачке попутного газа в пласт. Это исключительно самая большая в СНГ компрессорная станция с использованием поршневых компрессорных установок (12 агрегатов с компрессорами Ariel KBV/6 и приводом от газопоршневых движков Катерпиллар 16V34SG суммарной мощностью 72 МВт).

В 2012-2013 гг. запущены в использование агрегаты с компрессорами Ariel на Харампурском месторождении НК «Роснефть» (всего 13 агрегатов, 10 KBZ/6 и 3 KBZ/4).

Большая численность КУ с компрессорами Ariel большой и средней мощности (большинство с компрессорами JGC/6) было введено в эксплуатацию в последние годы в ОАО «НОВАТЭК». Эти компрессорные агрегаты применяются на ДКС газовых промыслов, КС утилизации ПНГ, КС газов деэтанализации.

В 2010 г. на Юрхаровском промысле ООО «НОВАТЭК-ЮРХАРОВНЕФТЕГАЗ» была введена в использование малотоннажная установка по производству метанола мощностью 40 тыс. т/г (УПМ-40). В проекте УПМ-40 в первый раз в РФ были использованы компрессорные

установки (КУ) со специальными компрессорами Ariel для нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности (НХП).

В 2014 г. введены в эксплуатацию 2 КУ с компрессорами Ariel JGT/2 в специальном «НХП-исполнении» на Новокуйбышевском НПЗ НК «Роснефть». Перекачиваемая среда - водород, производительность каждого компрессорного агрегата 52,6 тыс.м³/ч, давление на всасе 4,2 МПа изб, давление на нагнетании 5,3 МПа изб., мощность КУ 1,0 МВт. Показано на рис. 7. [8]



Рисунок 7 – НК «Роснефть», Новокуйбышевский НПЗ, КУ с двумя компрессорами Ариель JGT/2

1.4 Нормативная литература и маркировка Ariel

1.4.1 Нормативная литература

1. ГОСТ 12.2.016-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) Оборудование компрессорное. Общие требования». Настоящий стандарт распространяется на стационарные и передвижные компрессоры всех видов и не распространяется на холодильные компрессоры и компрессоры, сжимающие радиоактивные газы.

Данный ГОСТ устанавливает общие требования безопасности к конструкции компрессорного оборудования.

2. ГОСТ 31843-2013 «Нефтяная и газовая промышленность. Компрессоры поршневые. Общие технические требования». Настоящий стандарт содержит минимальные требования для поршневых компрессоров и приводов к ним, используемых в нефтяной и газовой промышленности с цилиндрами со смазкой и без смазки. Компрессоры, подпадающие под настоящий стандарт, включают в свой диапазон скорости от средней до низкой и пригодны для работы в экстремальных условиях.

Целью настоящего стандарта является установление минимальных требований к проектированию и производству.

3. ГОСТ 20073-81 «Компрессоры воздушные поршневые стационарные общего назначения. Правила приемки и методы испытаний». Настоящий стандарт распространяется на воздушные поршневые стационарные компрессоры общего назначения по ГОСТ 23680-79 и устанавливает правила приемки и методы испытаний.

4. СНиП III-Г.10.2-62. «Компрессоры. Правила производства и приемки монтажных работ». Данный СНиП содержит общие указания к организации и подготовке монтажных работ, ревизии компрессоров, монтажу компрессоров, промежуточному контролю качества работ и испытаниям, и приемке смонтированных компрессоров.

1.4.2 Маркировка

Расположение рядов и данные на информационных табличках очень важны по вопросам, касающимся работы компрессоров Ariel.

На рис. 8 приведена типовая нумерация рядов и размещение информационной таблички.

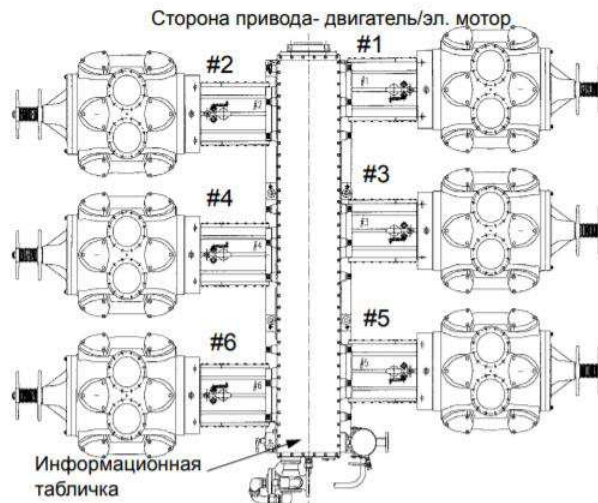


Рисунок 8 – Типовая нумерация рядов и размещение информационной таблички

На рис. 9 показана верхняя крышка и таблички, указанные на ней.

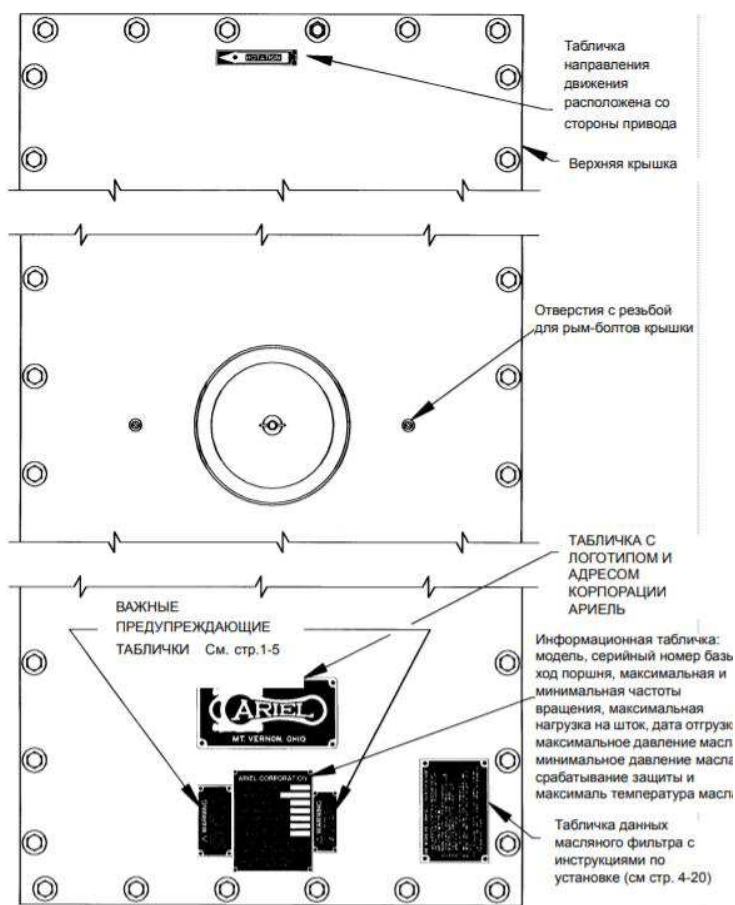


Рисунок 9 – Верхняя крышка

Ниже на рис. 10 приведено расположение идентификационных табличек.

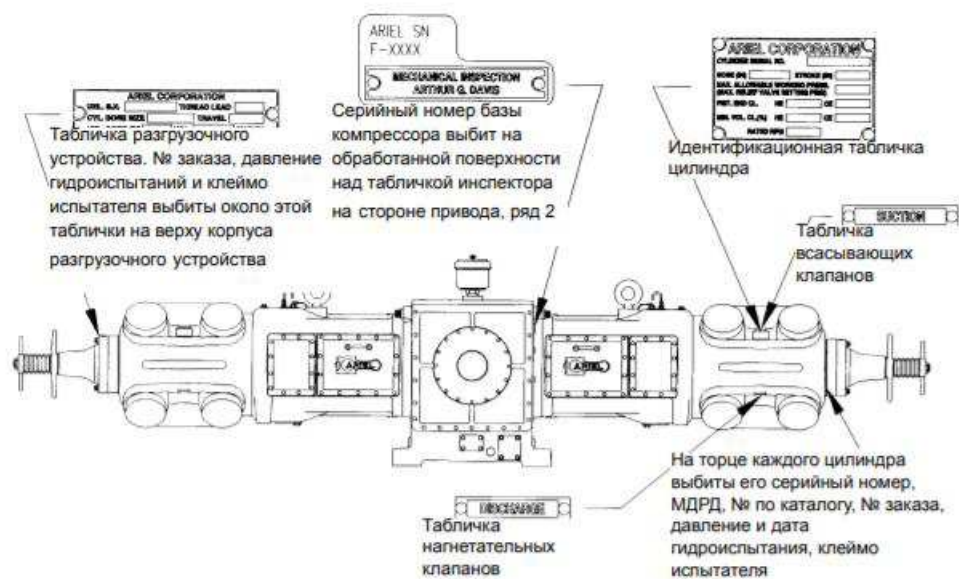


Рисунок 10 – Идентификационные таблички

Идентификационные таблички расположены на каждом цилиндре, также на торце каждого цилиндра выбит его серийный номер. При потере какой-либо таблички необходимо обратиться в корпорацию Ariel для получения другой. [9]

2 Техническое обслуживание и ремонт компрессорного оборудования

Одним из важнейших требований, предъявляемых к нефтегазовому оборудованию, является его надежность. Известно, что в общем случае надежность технического устройства можно характеризовать его безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью. Для оборудования, работающего в нефтегазопереработке, особенно важны две первые составляющие.

Долговечность обеспечивает длительную работу оборудования в условиях принятой системы ремонта и техобслуживания, а безотказность - непрерывность его функционирования в межремонтный период. Высокая безотказность оборудования исключает его внезапные отказы и аварии с их непредсказуемыми и зачастую очень тяжелыми последствиями.

Есть прямая и очевидная связь между долговечностью оборудования и величиной полезного эффекта, получаемого от его работы. Поэтому понятно стремление, как минимум, обеспечить проектную долговечность оборудования и, как максимум, повысить ее.

Решать задачи обеспечения и повышения долговечности оборудования, работающего в нефтегазопереработке, в большинстве случаев невозможно без учета характеристик безотказности.

Жизненный цикл любого объекта можно разделить на стадии, которые для него являются одинаково важными. Это стадии проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта.

Показатели надежности объектов закладываются на первой стадии жизненного цикла - стадии проектирования. На стадии изготовления они обеспечиваются современными материалами и прогрессивными технологиями. Стадия эксплуатации является самой продолжительной при условии соблюдения норм технологических регламентов, на которой эти показатели поддерживаются на уровне, установленном соответствующей нормативной

документацией. Различные виды ремонтов позволяют частично или полностью восстанавливать показатели надежности.

В настоящее время на предприятиях нефтегазохимического комплекса находится в эксплуатации большое количество единиц нагнетательного оборудования, которое отработало свой ресурс, но по разным причинам не демонтируется и не выводится из эксплуатации, а у изготовителя сняты с производства (в большинстве случаев производитель зарубежный). Тем не менее, обследование показывает, что, в частности, поршневые компрессоры относятся к разряду ремонтируемых, несмотря на то, что нормативный срок их эксплуатации превышен более чем в 2 раза.

Поэтому существуют определенные проблемы, возникающие при эксплуатации компрессоров, а вопросы, связанные с продлением срока их службы, приобретают все большую остроту и актуальность и требуют поиска и применения современных и экономичных методов ремонта. [10]

2.1 Общие сведения ТОиР

Техническое обслуживание и ремонт — это комплекс технологических операций и организационных действий по поддержанию работоспособности или исправности объекта при его использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании. ТОиР могут быть как плановыми, так и неплановыми.

Своевременное, правильно выполненное техническое обслуживание компрессора – залог долгой работы. Техническое обслуживание установки заключается в контроле за работой ее механизмов, проверке технического состояния, очистке и т.д.

Если техническое состояние оборудования после его проверки не удовлетворяет условиям для дальнейшей эксплуатации, то оборудование непосредственно подвергается ремонту.

Основная цель ТОиР — это предупреждение, своевременное выявление и устранение отказов и повреждений следующими мерами:

- контроль технического состояния, инспекция в определенном объёме с определенной периодичностью;
- плановая замена элементов по достижении определенной наработки или календарного срока службы;
- плановая или в зависимости от технического состояния смазка, зарядка, заправка маслом, топливом иными специальными жидкостями и газами;
- плановый и неплановый ремонт для устранения отказов, предотказных состояний и повреждений.

Способы планирования мер по ТОиР классифицируются следующим образом:

- по событию — например, устранение поломки оборудования, используется, если себестоимость ремонта относительно низкая, а брак продукции, который получается в результате поломки оборудования, невысок и не повлияет на выполнение обязательств перед заказчиками;
- регламентное обслуживание — для оборудования с предусмотренными режимами и регламентами обслуживания, изначально предполагающего регулярное применение соответствующих мер по поддержанию работоспособности, такой вид обслуживания дает самый высокий процент готовности оборудования, но он и самый дорогой, поскольку реальное состояние оборудования может и не требовать ремонта;
- по состоянию — экспертным путём или с помощью измерителей, установленных на оборудовании, проводится оценка состояния оборудования, и на основании этой оценки делается прогноз, когда это оборудование надо выводить в ремонт. Плюсы этого вида обслуживания — его себестоимость меньше, а готовность оборудования к выполнению производственных программ достаточно высока.

Регламентированное ТО включает в себя работы, выполняемые в соответствии с технической документацией в обязательном порядке после определенного пробега, наработки или временного интервала по заранее

утвержденному регламенту. К таким работам обычно относятся: замена смазки в агрегатах, замена некоторых быстро изнашиваемых и легкозаменяемых деталей, испытания сосудов и грузоподъемных механизмов, регулировка и наладка ответственных рабочих машин (например, подъемных машин), периодическое техническое обслуживание по специальному графику и т. п., а также проверка технического состояния оборудования при помощи средств технической диагностики и визуально. Работы по регламентированному ТО обычно сопровождаются остановкой рабочих машин и проводятся по специальному графику. Нерегламентированное ТО включает в себя работы по чистке, обтяжке, регулировке, добавлению смазки, замене быстро изнашиваемых и легкозаменяемых деталей, и т. д. Потребность в этих работах выявляется при проведении периодических осмотров, мониторинга технического состояния с помощью диагностических систем и средств технической диагностики. Устраняются выявленные замечания во время технологических перерывов, переходов и обычно без остановки технологического процесса, или с кратковременной остановкой.

По видам и способам выполнения ремонт подразделяется на текущий ремонт — устранение отказов и повреждений путём замены износившейся составной части (кроме базовых) и капитальный ремонт — восстановление исправности (методами наплавки, напыления), при этом допускается замена любой составной части, включая базовые.

Ниже в таблице 2 приведены виды технического обслуживания:

Таблица 2 – Виды технического обслуживания

Вид	Описание
Техническое обслуживание при использовании	Техническое обслуживание при подготовке к использованию по назначению, использованию по назначению, а также непосредственно после его окончания

Техническое обслуживание при ожидании	-
---------------------------------------	---

Продолжение таблицы 2

Техническое обслуживание при хранении	Техническое обслуживание при подготовке к хранению, хранении, а также непосредственно после его окончания
Техническое обслуживание при транспортировании	Техническое обслуживание при подготовке к транспортированию, транспортировании, а также непосредственно после его окончания
Периодическое техническое обслуживание	Техническое обслуживание, выполняемое через установленные в эксплуатационной документации значения наработки или интервалы времени
Сезонное техническое обслуживание	Техническое обслуживание, выполняемое для подготовки изделия к использованию в осенне-зимних или весенне-летних условиях
Техническое обслуживание в особых условиях	Примечание. Примерами особых условий являются природные или другие условия, указанные в отраслевой документации, характеризующиеся экстремальными значениями параметров
Регламентированное техническое обслуживание	Техническое обслуживание, предусмотренное в нормативно-технической или эксплуатационной документации и выполняемое с периодичностью и в объеме, установленными в ней, независимо от технического состояния изделия в момент начала технического обслуживания
Техническое обслуживание с периодическим контролем	Техническое обслуживание, при котором контроль технического состояния выполняется с установленными в нормативно-технической или эксплуатационной

	документации периодичностью и объемом, а объем остальных операций определяется техническим состоянием изделия в момент начала технического обслуживания
--	---

Окончание таблицы 2

Техническое обслуживание с непрерывным контролем	Техническое обслуживание, предусмотренное в нормативно-технической или эксплуатационной документации и выполняемое по результатам непрерывного контроля технического состояния изделия
Номерное техническое обслуживание	Техническое обслуживание, при котором определенному объему работ присваивается определенный порядковый номер
Плановое техническое обслуживание	Техническое обслуживание, постановка на которое осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической или эксплуатационной документации
Неплановое техническое обслуживание	Техническое обслуживание, постановка на которое осуществляется без предварительного назначения по техническому состоянию

Организация комплекса технического обслуживания и ремонта на производственных предприятиях обычно реализуется созданием единого специализированного подразделения, руководитель которого (называемый на русском языке, как правило, главный механик) несёт ответственность перед руководством предприятия за технически исправное и работоспособное состояние всего оборудования. Таким подразделениям подчинены ремонтные цеха, а на небольших предприятиях — и энергетическое хозяйство. [11]

2.1.1 Методы, операции и процессы ТОиР

Методом технического обслуживания и ремонта называется совокупность технологических и организационных правил выполнения операций технического обслуживания и ремонта.

Классификация методов ТОиР представлена в таблице 3. Классификационные признаки и определения методов ТОиР совпадают с соответствующими классификационными признаками и определениями видов ТОиР.

Операция технического обслуживания является законченной частью технического обслуживания изделия, представляющей совокупность приемов, выполняемых на одном рабочем месте одним или группой исполнителей установленными для выполняемой операции средствами технического обслуживания.

Законченной частью ремонта агрегата является операция ремонта, из себя она представляет совокупность приемов, которые выполняются на одном рабочем месте установленными для ее выполнения средствами ремонта.

Техническое обслуживание может включать удаление загрязнений, технический осмотр (контроль, осуществляемый в основном при помощи органов чувств), контроль и регулировку.

Работы по ТО включают в себя технический осмотр изделия (контроль, выполняемый органами чувств человека), очистку от загрязнений, контроль и регулировку.

Далее в таблице 3 приведены методы ТО и их описание:

Таблица 3 – Методы технического обслуживания

Метод	Описание
Поточный метод технического обслуживания	Метод выполнения технического обслуживания на специализированных рабочих местах с определенными технологической последовательностью и ритмом
Централизованный метод технического обслуживания	Метод выполнения технического обслуживания персоналом и средствами одного подразделения организации или предприятия

Децентрализованный метод технического обслуживания	Метод выполнения технического обслуживания персоналом и средствами нескольких подразделений организации или предприятия
--	---

Окончание таблицы 3

Метод технического обслуживания эксплуатационным персоналом	Метод выполнения технического обслуживания персоналом, работающим на данном изделии, при использовании его по назначению
Метод технического обслуживания специализированным персоналом	Метод выполнения технического обслуживания персоналом, специализированным на выполнении операций технического обслуживания
Метод технического обслуживания эксплуатирующей организацией	-
Метод технического обслуживания специализированной организацией	Метод выполнения технического обслуживания организацией, специализированной на операциях технического обслуживания
Фирменный метод технического обслуживания	Метод выполнения технического обслуживания предприятием-изготовителем

В техническое обслуживание могут входить мойка изделия, контроль его технического состояния, очистка, смазывание, крепление болтовых соединений, замена некоторых составных частей изделия (например, фильтрующих элементов), регулировка и т.д.

Несвоевременное и плохое, некачественное проведения ТО понижает работоспособность оборудования, увеличивает затраты на проведения ремонтов и увеличивает себестоимость продукции, выпускаемой с помощью электрифицированных установок.

При ТО обслуживающий персонал встречается с потребностью поиска дефектов и поломок для определения оснований отказов и восстановления работоспособности оборудования. Поиск неисправностей относительно простого по конструкции оборудования не вызывает особых проблем. Для

поиска причин поломки сложного оборудования рекомендуется составлять методику поиска, в которых указывается более рациональная последовательность выполнения работ. Такая последовательность минимизирует затраты времени и средств для проведения поиска.

Самые распространенные способы для поиска неисправностей — это последовательный функциональный анализ, половинное разбиение и вероятностно-временной способ.

Последовательный функциональный анализ основан на определении основных функций проверяемого оборудования. Путем проверки функциональных параметров находят отклонения и устанавливают неисправный элемент. Этот способ достаточно прост, однако последовательность поиска поломки не оптимальна.

Для электрооборудования с последовательным соединением элементов часто применяют способ половинного разбиения. Согласно этому способу вначале определяют элемент, разделяющий объект контроля примерно на две части, вероятности возникновения отказа которых примерно одинаковы. Затем в неисправной половине объекта вновь находят элемент, разделяющий эту половину на части с одинаковой вероятностью возникновения отказа. Такие операции проводят до тех пор, пока не найдут поломанный элемент.

В случае если функциональные элементы объекта соединены произвольно, обычно применяют вероятностно-временной способ поиска проблем, информативной основой этого способа являются данные о вероятности отказов или безотказной работы элементов и затрачиваемое на их проверку время. Иногда используют отношение времени проверки элемента к вероятности его отказа или отношение вероятности безотказной работы к времени проверки. Для проведения поиска по структурной или электрической схеме электрооборудования строят функциональную модель, а затем составляют матрицу неисправностей. В верхней части матрицы обычно помещают перечень всех основных признаков неисправностей, а в строках — перечень причин отказов или отказавших элементов, изменение состояния

которых может вызвать признаки неисправностей. Для элементов определяют время, затрачиваемое на проверку технического состояния, и вероятность отказа или безотказной работы. Последовательность проверки элементов в соответствии с вероятностно-временным способом поиска неисправностей устанавливается по возрастанию отношения времени, затрачиваемого на проверку технического состояния элемента, к вероятности отказа этого элемента или по уменьшению отношения вероятности безотказной работы элемента к времени, затрачиваемому на его проверку. Поиск неисправности начинается с Проверки элемента, имеющего наименьшее отношение времени проверки к вероятности отказа или имеющего наибольшее отношение вероятности безотказной работы к времени проверки, и продолжается до тех пор, пока не будет найден отказавший элемент. Построенная таким образом программа обеспечивает минимальные затраты времени на поиск неисправности.

Далее в таблице 4 приведены методы ремонта:

Таблица 4 – Методы ремонта

Метод	Описание
Агрегатный	Обезличенный метод ремонта, при котором неисправные агрегаты заменяются новыми или заранее отремонтированными.
Поточный	Метод ремонта, выполняемого на специализированных рабочих местах с определенными технологической последовательностью и ритмом.
Эксплуатирующей организацией	-
Специализированной организацией	Метод выполнения ремонта организацией, специализированной на операциях ремонта.
Фирменный	Метод выполнения ремонта предприятием-изготовителем.
Необезличенный	Метод ремонта, при котором сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру изделия.

Обезличенный	Метод ремонта, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру изделия.
--------------	---

В ремонт могут входить разработка, дефектовка, контроль технического состояния изделия, восстановление деталей, сборка и т.д. Содержание части операций ремонта может совпадать с содержанием некоторых операций технического обслуживания.

Ремонт изделий может выполняться заменой или восстановлением отдельных деталей и сборочных единиц.

Ремонт любого вида, как правило, должен сопровождаться выдачей определенных гарантий на последующий срок эксплуатации или наработку изделия.

Персонал выполняющий ТО агрегата, бывает специализированным по типу изделий, видам работ и видам параметров ТО, замену составных частей, смазок, контроль работоспособности, расконсервацию, консервацию, сбор и обработку сведений по эксплуатации изделия и другие работы в зависимости от вида технического обслуживания.

Неплановый ремонт, выполняемый для восстановления работоспособности агрегата и восстановления оборудования, включают в себя контроль состояния агрегата, поиск и устранение неисправности. Рис. 11



Рисунок 11 – Схема типового технологического процесса восстановления и непланового ремонта.

Технология восстановления имеет возможность учитывать совмещение поиска и устранение неисправности пробными заменами подозреваемых в неисправности деталей запасными частями. Для восстановления пробными заменами не требуются средства поиска неисправности, но необходим комплект работоспособных запасных частей. Определение отказа и восстановление пробными заменами не гарантируется.

Ремонт агрегата может происходить заменой или восстановлением отдельных деталей и сборочных единиц.

Капитальный ремонт обычно включает следующие виды работ:

- проверку комплектности агрегата;
- разборку агрегата;
- дефектовку сборочных единиц и деталей;
- замену или восстановление составных частей;
- восстановление покрытий;
- сборку, регулировку, настройку, наладку сборочных единиц и агрегата;
- контроль качества и испытания сборочных единиц и изделия.

Упрощенная схема типового технологического процесса планового капитального ремонта показана на рисунке 12.



Рисунок 12 – Схема типового технологического процесса капитального ремонта изделия.

Подготовка к дефектовке включает в себя чистку и мойку устройства. Дефектовка проводится для определения технического состояния, состава и объема работ, обеспечивающих восстановление после ремонта значений технико-эксплуатационных характеристик агрегата. Определение вида технического состояния при дефектовке осуществляется, техническим осмотром и диагностированием. Технология и организация дефектовки должны исключать возможность постановки на ремонтируемый агрегат неисправных деталей и сборочных единиц.

Современными методами и средствами неразрушающего контроля и диагностирования не обеспечивается, как правило, определение неисправных деталей и сборочных единиц без разборки агрегата.

Разборка агрегата осуществляется в объеме, обеспечивающем обнаружение каких-либо неисправностей, восстановление и замену деталей. Восстановление формы и размеров деталей осуществляется способами наплавки, нанесения покрытий, пластического деформирования, применения дополнительных деталей ремонтных размеров, сочетаемыми с обработкой резанием. Восстановление печатных узлов выполняется заменой отказавших изделий электронной техники. Поиск места отказа, определение ресурса восстанавливаемого узла осуществляются методами технического диагностирования.

Целесообразность восстановления составных частей изделия определяется с учетом технических возможностей ремонтных органов и результатов экономического анализа. Учитываются наличие, возможность или целесообразность приобретения средств технологического оснащения, наличие освоенных и возможность внедрения новых технологических процессов, наличие специалистов требуемой квалификации.

Цена восстановления установки в большой степени определяется технологической себестоимостью и в первую очередь расходами на

осуществление восстановления установки. Детали, которые невозможно восстановить заменяют новыми деталями, которые изготовлены по заказу или готовыми и закуплены. Детали, которые восстановили, либо работоспособные и годные без их восстановления, также новые детали комплектуются в запасные комплекты и передаются на рабочие места для сборки.

Сборка деталей и агрегата полностью выполняется с помощью слесарной сборки (слесарно-сборочных работ), сварки, пайки и других методов соединений. Сборочные операции могут чередоваться с другими операциями, например такими как контроль и регулировка, диагностирования узлов и агрегата и тому подобное.

Технологическим процессом ремонта предусматриваются контроль качества и контрольные испытания составных частей и изделия. Входному контролю подвергаются материалы, оборудование и запасные изделия, используемые для ремонта агрегата. Операционный контроль осуществляется во время выполнения или после завершения технологической операции. По результатам приемочного контроля принимается решение о пригодности изделия к поставке и (или) использованию. Составные части и изделие подвергаются испытаниям на воздействие механических, термических, электрических и других факторов. [12]

2.1.2 Системы и показатели систем ТОиР

Система технического обслуживания и ремонта техники представляет собой совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему.

Далее на рисунке 13 приведена обобщенная структурная схема системы технического обслуживания и ремонта.



Рисунок 13 – Схема типового технологического процесса капитального ремонта изделия.

Взаимодействие частей системы ТОиР между собой и с системой более высокого уровня, внешней средой показано стрелками, направленными в две стороны.

Системы ТО и ТР это предсистемы системы эксплуатации на стадии самой эксплуатации, а системы СР (средний) и КР (капитальный) входят в системы ремонта уже на стадии ремонта жизненного цикла агрегата.

Средствами ТОиР являются различные сооружения, здания, техническое оборудование и устройства, а также запчасти и материалы, предназначенные для выполнения ТОиР.

Главная задача систем МТО (материально-техническое обслуживание) ТОиР это пополнение норм запасов средств ТОиР, их хранение, рациональное использование и создание этих запасов.

В документации по ТОиР содержатся сведения по ТОиР и определяются правила ТОиР.

В руководстве по эксплуатации каждого агрегата содержится вся необходимая информация, такая как сведения об изделии и указания, необходимые для правильного ТО, ТР и оценок его технического состояния при определении необходимости отправки в ремонт.

Сведения о проведении ТО и ТР вносятся в формуляр изделия.

Такие документы как общее руководство, руководство по ремонту, технические условия на ремонт и тому подобное относятся к ремонтным документам.

Эксплуатационные и ремонтные документы могут разрабатываться в электронной форме.

Обеспечение подразделений предприятия документацией по ТОиР является задачей систем документального обеспечения ТОиР.

Исполнителями ТОиР являются квалифицированный обслуживающий персонал.

Система технического диагностирования является подсистемой системы технического обслуживания или ремонта, образованной совокупностью средств, изделия и исполнителей для проведения диагностирования (контроля) по правилам, установленным в технической документации.

Для организации взаимодействия основных деталей, частей системы диагностирования необходимо при создании нового или модернизации существующего агрегата определить цель и задачи, установить показатели диагностирования, разработать диагностическое обеспечение либо приспособить конструкцию к диагностированию.

Диагностическим обеспечением называется комплекс взаимосвязанных правил, методов, алгоритмов и средств, необходимых для осуществления диагностирования на всех этапах эксплуатации агрегата.

Тенденцией развития систем диагностирования является автоматизация диагностирования. Проведение диагностирования в автоматизированной системе диагностирования обеспечивается с применением средств автоматизации и участием человека. Диагностирование в автоматической системе диагностирования осуществляется без участия человека.

Автоматизированной системой диагностирования реализуется информационная технология в виде определенной последовательности информационно связанных функций, задач или процедур, выполняемых в автоматизированном (интерактивном) или автоматическом режиме.

Показатели системы ТОиР позволяют количественно оценивать затраты времени, труда и средств на ТОиР, влияние технического обслуживания, ремонта на надежность.

Календарное время проведения и затраты труда на проведение одного технического обслуживания или ремонта называются соответственно продолжительностью и трудоемкостью технического обслуживания или ремонта.

Изменения технического состояния изделия, организации, технологии, МТО и других факторов приводят к случайным изменениям затрат на техническое обслуживание или ремонт.

Средняя суммарная продолжительность (трудоемкость, стоимость) технических обслуживаний или ремонтов за определенный период эксплуатации или наработку представляет собой сумму средних продолжительностей (трудоемкостей, стоимостей) отдельных видов технического обслуживания или ремонта.

Показатели системы технического обслуживания и ремонта содержат оперативные затраты, обусловленные конструкцией и техническим состоянием изделий, и затраты, обусловленные организацией, технологией выполнения технического обслуживания и ремонта, материально-техническим обеспечением, квалификацией персонала, условиями окружающей среды и т. д.

Коэффициент готовности характеризует готовность изделия к применению по назначению только в отношении его работоспособности в произвольный момент времени. Различают стационарный и нестационарный коэффициенты готовности, а также средний коэффициент готовности. [13]

2.1.3 Средства ТОиР

Средствами ТОиР являются различные сооружения, здания, техническое оборудование и устройства, а также запчасти и материалы, предназначенные для выполнения ТОиР.

Средства выполнения операций по ТОиР, состоящие из технологического оборудования, приспособлений и инструментов называются средствами технологического оснащения или техническими устройствами.

Запасная часть агрегата предназначается для замены, находившейся в эксплуатации такой же части с целью поддержания или восстановления исправности, или работоспособности агрегата.

Запасные части, инструменты, принадлежности (ЗИП), материалы, используемые при ТОиР агрегата, могут поставляться комплектами и вне комплектов – ЗИП россыпью

Комплекты запчастей, инструментов, принадлежностей, материалов в зависимости от назначения и условий их использования подразделяются на одиночные, групповые и ремонтные комплекты запасных частей, комплекты ЗИП.

Одиночный комплект запасных частей поставляется вместе с изделием и предназначается для его эксплуатации.

Групповой комплект запасных частей поставляется в расчете на группу однородных или однотипных изделий для обеспечения их эксплуатации, а также для выполнения ремонта эксплуатирующей организацией и пополнения одиночных комплектов запасных частей по мере их расхода.

Ремонтный комплект запасных частей поставляется на группу однородных или однотипных изделий для обеспечения их ремонта и пополнения комплектов ЗИП (запасных частей).

Комплект ЗИП россыпью предназначается для пополнения одиночных, групповых и ремонтных комплектов ЗИП, а также для непосредственного использования при ТОиР агрегата.

Средствами диагностирования называются аппаратура и программы, с помощью которых осуществляется диагностирование.

К диагностической аппаратуре относятся приборы и устройства, используемые для диагностирования.

Программные средства диагностирования представляют собой программы, предусматривающие операции, необходимые для диагностирования программно-управляемого изделия, например, компьютера.

В качестве универсальных средств диагностирования могут использоваться, например, универсальные измерительные приборы. Универсальное средство диагностирования предназначается для диагностирования изделий различных типов.

Специализированное средство диагностирования предназначается для диагностирования одного изделия или группы однотипных изделий. К специализированным средствам диагностирования относятся, например, диагностические программы цифровых вычислительных машин.

Автоматизированным и автоматическим средствами диагностирования производятся в автоматическом режиме - без участия человека, следовательно, и все действия по диагностированию агрегата.

Агрегатирование это метод конструирования изделий на основе применения унифицированных и стандартизированных составных частей путем изменения характера их соединений и пространственного сочетания применительно к заданным условиям.

Приспособленность к агрегатированию позволяет разрешать противоречия между требованиями однотипности изделий массового производства и многообразием средств диагностирования.

Встроенное средство диагностирования является составной частью изделия. К примеру, для контроля состояния устройства в его конструкцию вводятся индикатор подачи напряжения питания, измерительный преобразователь. В случае чего происходит самоконтроль изделия - определение вида технического состояния средств контроля с помощью встроенных средств.

Развитие теории и микроэлектронных встроенных средств диагностирования позволило ставить и решать задачи создания самопроверяемых отказоустойчивых цифровых устройств. Самопроверяемое устройство обладает свойством обнаруживать отказ составной части, в том числе встроенного средства диагностирования, в процессе функционирования.

Внешнее средство диагностирования выполняется конструктивно отдельно от изделия. Подключение внешнего средства к изделию осуществляется через устройство сопряжения только во время диагностирования.

Примером внешнего средства диагностирования является комплект контрольно-проверочной аппаратуры, содержащий универсальные и специализированные средства диагностирования.

Комплекс внешних автоматизированных средств контроля технического состояния и поиска места отказа сложных изделий, называемый аппаратурой автоматизированного контроля (ААК), состоит из взаимодействующих аппаратных и программных средств диагностирования.

Основными признаками ААК являются агрегатные автоматизированные средства диагностирования, подключенные к внутреннему интерфейсу ААК, средства управления и математической обработки информации на базе одного или нескольких процессоров, или электронной вычислительной машины (ЭВМ), модульная магистральная структура, программное обеспечение на алгоритмическом языке, проблемно ориентированном на задачи диагностирования, решаемые конкретным типом ААК.

Агрегатные автоматизированные средства диагностирования позволяют легко наращивать функциональные возможности ААК и вместе с модульной магистральной структурой обеспечивают адаптацию к объектам и задачам диагностирования.

Основными функциями средств ААК являются выдача на агрегате сигналов, управление подключением к агрегату нагрузок, прием и преобразование контролируемых сигналов, организация цепей преобразования контролируемых и формирования стимулирующих сигналов, исполнение программ диагностирования, выполнение команд человека-оператора, выдача данных, математическая обработка информации.

Математическая обработка информации в ААК применяется при определении значений параметров агрегата, формировании результатов

диагностирования установленного вида, преобразовании входной информации в форму, пригодную для использования средствами ААК, преобразовании выходной информации в форму, удобную для восприятия человеком.

Программное обеспечение ААК состоит из общего и функционального программного обеспечения. Функциональное программное обеспечение (ФПО) предназначается для диагностирования объекта и средств самой ААК. Общее программное обеспечение предназначается для исполнения программ ФПО, управления средствами диагностирования с рабочего места оператора.

Качество средств диагностирования характеризуется показателями точности, быстродействия, затратами труда и времени на подготовку к использованию, другими показателями. [14]

2.1.4 Ремонтпригодность и технологичность объектов ТОиР

Ремонтпригодность является одним из свойств обслуживаемого и ремонтируемого оборудования, определяющих его надежность, которое заключается в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем ТОиР.

Технологичность изделия при техническом обслуживании и ремонте является совокупностью свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ (по организации, технологии, материально-техническому обеспечению и т. д.).

Показатели для оценки ремонтпригодности являются оперативными составляющими показателей системы технического обслуживания и ремонта, к ним относятся:

- Вероятность восстановления работоспособного состояния — вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния не превысит заданного.

- Среднее время восстановления работоспособного состояния — математическое ожидание времени восстановления.

- Интенсивность восстановления

Оперативное время ТОиР включает в себя затраты времени обслуживающим персоналом на выполнении операции технического обслуживания и ремонта, определяемые конструкцией и техническим состоянием изделия.

На рисунке 14 предоставлена структура общего рабочего времени исполнителя работ по техническому обслуживанию и ремонту:



Рисунок 14 – Структура общего рабочего времени исполнителя работ по техническому обслуживанию и ремонту

В течение вспомогательного времени ТОиР осуществляется подготовка агрегата к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту путем частичной разборки, например, вскрытия крышек, для обеспечения доступа к месту обслуживания или ремонта и установка снятых сборочных единиц и деталей в исходное рабочее положение после операций технического обслуживания и ремонта.

Вспомогательное время является важной характеристикой технологичности конструкции изделия при техническом обслуживании и текущем ремонте и основной составляющей при расчете коэффициента доступности как одного из показателей для оценки ремонтпригодности.

Операции технического обслуживания и ремонта, диагностирование, регулировка и др. выполняются в течении основного времени ТОиР

Подготовительно-заключительное время затрачивается обслуживающим персоналом на подготовку и приведение в порядок рабочего места и материальных средств перед началом выполнения операции, в процессе выполнения и после завершения технического обслуживания и ремонта, а также на получение задания, инструктаж и ознакомление с технической документацией.

Дополнительное время затрачивается обслуживающим персоналом на отдых при утомительной работе и личные надобности. Время ожидания входит в рабочее время обслуживающего персонала, например, при неудовлетворительной организации, несвоевременном материально-техническом обеспечении работы.

Понятие “Оперативная продолжительность технического обслуживания и ремонта” используется для характеристики занятости изделия работами по техническому обслуживанию и ремонту в отличие от понятия “Оперативное время технического обслуживания и ремонта”, которое используется для характеристики занятости работами каждого отдельного исполнителя.

Оперативная продолжительность технического обслуживания и ремонта зависит от приспособленности изделия к одновременному выполнению работ несколькими исполнителями, что особенно важно для сложных изделий.

Минимальная оперативная продолжительность технического обслуживания и ремонта имеет место при равномерной и одновременной загрузке всего обслуживающего персонала.

При неравномерной и неодновременной загрузке обслуживающего персонала оперативная продолжительность технического обслуживания и ремонта равна интервалу времени от начала работ первого исполнителя до их завершения последним исполнителем.

В случае одного специалиста оперативная продолжительность совпадает с оперативным временем и численно равна оперативной трудоемкости технического обслуживания (ремонта).

Показатель “Средняя оперативная продолжительность непланового текущего (среднего, капитального) ремонта данного вида” соответствует показателю “Среднее время восстановления”. [15]

2.2 ТОиР компрессоров

Нормальная эксплуатация поршневых компрессорных установок в первую очередь зависит от организации технического обслуживания и ремонта, составляющего оборудование, которое помимо контроля за его техническим состоянием включает в себя систему ППР. Эта система предусматривает: ежедневный уход, осмотр и устранение мелких дефектов при эксплуатации; плановые остановки для профилактических мероприятий, поддерживающих работоспособность установки, в том числе технические осмотры и ТР; останов для капитального ремонта, при котором восстанавливают все технико-экономические показатели установки.

Ремонт, осуществляемый для восстановления работоспособности оборудования и состоящий в замене или восстановлении его отдельных составных частей называется планово-предупредительный ремонт (ППР).

Технический осмотр - плановый останов компрессора для проверки состояния ходовых частей и узлов креплений, устранения неисправностей и удаления дефектных деталей без значительной разборки и длительного перерыва в работе установки, так же называется ревизией.

Текущий ремонт (ТР) проводят в установленные сроки, которые вписаны в план ТОиР. Он включает в себя обязательное устранение неисправностей, выявленных при работе установки, и выполнение работ по техническому уходу, предусмотренных инструкцией по обслуживанию.

Периодичность ТР зависит от габаритов, параметров, конструктивных особенностей агрегата, от числа отработанных часов и правильности эксплуатации.

При капитальном ремонте разбирают все основные части установки, заменяют подшипники коленчатого вала, калибруют шейки валов, проверяют

узлы и подвижные соединения, детали, а также выполняют другие работы для восстановления исходных, паспортных значений параметров и надежной работы установки до очередного планового ремонта.

При дефектации осматривают работающую установку, обращая внимание на стуки, вибрацию и течи, состояние фундамента, устойчивость на нем корпуса и др. Результаты обследования записывают в дефектовочную ведомость в следующем порядке: наименование узлов и деталей, их основные размеры и материал; число деталей в том числе годных без ремонта и с ремонтом, негодных и отсутствующих; выявленные дефекты и результаты измерений; способ устранения дефектов. По дефектовочной ведомости определяют трудовые затраты и стоимость ремонтных работ.

При обследовании и дефектации деталей компрессоров применяют следующие методы проверки.

Общее состояние определяют, во-первых, при внешнем осмотре. Внешний осмотр позволяет выявить наружные трещины, задиры, следы выкрашивания антифрикционного слоя, срыв резьбы, очаги коррозии и т.п. Во-вторых, измерении размеров - позволяет обнаружить отклонение от круглости цилиндрических деталей – овальности, огранку – или отклонение их профиля продольного сечения – конусообразность, бочкообразность.

Скрытые дефекты определяют с помощью ультразвуковой, магнитной, люминесцентной и цветовой дефектоскопии или рентгенографии. [16]

2.2.1 Причины отказов и износа поршневых компрессоров

В основном при эксплуатации компрессоров корпорации Ariel серьезных проблем не возникает.

Обычно проблемы связаны с наличием грязи или жидкости, неправильной настройки и регулировкой или самая встречающаяся причина — это когда обслуживающий персонал не знаком с компрессорами Ariel. Проблемы такого рода обычно могут быть устранены очисткой от грязи или жидкости, правильной регулировкой, устранением неблагоприятных условий,

заменой каких-то небольших деталей или надлежащим обучением обслуживающего персонала.

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 увеличивается, проблема обычно связана с цилиндром следующей ступени.

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. [9]

2.2.2 ТОиР поршневых компрессоров Ariel

Агрегаты Ariel, как и любое другое оборудование требуют обслуживания. Периодичность технического обслуживания зависит от окружающей среды работы компрессора, от нагрузок, которыми загружается компрессор, а также от чистоты газа.

В первую очередь техническое обслуживание начинается с полного и точного следования требованиям стандартов корпорации Ariel и таблице предпусковых проверок поршневого агрегата.

Временные интервалы технического обслуживания начинаются с даты запуска установки. Если поставщик смазочного масла рекомендует более

частые смены масла, чем компания Ariel, следуйте рекомендациям поставщика масла. Рекомендуется проводить регулярные анализы масла. Если возникают проблемы, масло должно быть немедленно заменено, а причина проблемы должна быть определена и устранена.

Каждый компрессорный агрегат должен иметь журнал учета проведенных работ. Каждое проведено обслуживание должно быть записано с точными деталями, в порядке проведения ТО, для оценки эксплуатационных расходов по поршневому агрегату и для его диагностики. Этот журнал должен просматриваться квалифицированными специалистами для выявления отклонений в работе компрессора или обслуживания.

После первых 24 часов работы нового поршневого агрегата, либо после его перемещения или изменения конфигурации, или также после капремонта следует остановить компрессор, провентилировать систему и проверить центровку агрегата по муфте в прогретом состоянии в течение 30 минут. При необходимости отцентрировать вал, чтобы отклонения индикатора не превышали 0.13 мм. Также следует проверить затяжку резьбовых соединений крепления фланцев газовых патрубков цилиндров, крышек клапанов и цилиндров, а также фланцев сальников штоков. Требуемые моменты затяжки даны в руководстве эксплуатации, в Таблице “Требуемые моменты затяжки резьбовых соединений”, поставляемой вместе с инструментами в ящике. После недели работы или 150 моточасов повторить эту проверку затяжки.

Если визуально виден износ подшипников или при увеличении их температуры, стоит проверить зазоры подшипников и осевой зазор коленвала. В случае превышение допуска зазора какой-либо детали следует немедленно ее заменить.

Таблица 5 – Обслуживание компрессора

Периодичность обслуживания	Операции по обслуживанию
Ежедневно	Наружный осмотр компрессора Проверка плотности соединений воздухопроводов Контроль и корректировка уровня

	масла Слив конденсата из ресивера Очистка компрессора от пыли и загрязнений
После первых 8-ми часов работы	Проверка момента затяжки болтов головок цилиндров поршневого блока
Окончание таблицы 5	
После первых 50-ти часов работы	Проверка момента затяжки болтов головок цилиндров поршневого блока Проверка натяжения ремней
После первых 100 часов работы	Замена масла
Через каждые 100 часов работы или раз в месяц	Проверка всасывающего воздушного фильтра (фильтрующего элемента)
Через каждые 300 часов работы или раз в три месяца	Замена масла Проверка натяжения ремней Проверка прочности крепления поршневого блока, электродвигателя, платформы
Через каждые 600 часов, но не реже раза в год	Замена всасывающего воздушного фильтра (фильтрующего элемента)
Через каждые 1200 часов, но не реже раза в год	Обслуживание обратного клапана

Далее приведено более точное описание периодичности работ которые требуется выполнить вовремя техобслуживания компрессора Ariel.

Ежедневно:

1. Проверить давление масла. Максимальная температура масла на входе в компрессор равна 88°C.

2. Проверить уровень масла в картере. Уровень должен быть близок к середине уровнемерного стекла, а если нет, то следует определить и устранить причину. Не стоит переполнять картер маслом.

3. Проверить движение указателя работы лубрикатора. Очень грязный или сырой газ могут потребовать более частой подачи масла, чем сухой и чистый газ.

4. Проверить утечки в линиях вентиляции сальников. Если утечки чрезмерны, определить их причину и, при необходимости, заменить кольца сальника.

5. Проверить и устранить любые утечки газа.
6. Проверить и устранить любые утечки масла.
7. Проверить рабочие температуры и давления. Если они отклоняются от нормы, определить причину отклонения. Рекомендуется вести ежедневный журнал записи рабочих температур и давлений для справок.

Проверить настройку следующих защит:

9. Защита по низкому давлению масла должна быть выставлена не менее 240 кПа.

10. Защита по высокой температуре должна быть выставлена не более 14°C выше реальной рабочей температуры.

11. Установку защиты по высокому/низкому давлению газа выполнить с минимальным отклонением от рабочих давлений. При этом не допускается превышать допустимые нагрузки на шток.

12. Проверить уровень масла в картере лубрикатора.

13. Проверить нет ли необычных шумов и вибраций.

Ежемесячно (+ежедневное):

1 Проверить и, скорректировать все защиты.

2. Снять крышки цилиндров, работающих на давление более 24000 кПа, и проверить достаточна ли подача масла в эти цилиндры.

Через 6 месяцев или 4000 часов (+ ежедневно и ежемесячно):

1 Спустить и заменить масло в корпусе лубрикатора.

2 На компрессорах JGC/2 и JGD/2 сменить фильтры масла, если они не были сменены при повышении перепада на них до 70 кПа.

3 Сменить масло. Более частые интервалы смены масла могут потребоваться при работе в чрезвычайно грязной среде, или если поставщик масла рекомендует это, или если этого требуют анализы масла. Менее частые смены масла допустимы, если масло регулярно обновляется из-за использования в лубрикаторной системе.

4 При смене масла очистить фильтр предварительной очистки масла.

5 При смене масла открыть раму и визуально проверить нет ли там чужеродных материалов. Разборка не рекомендуется, пока для этого не появится причина. Проверить уровень жидкости в демпфере, если он есть.

7 Отпустить и затянуть заново анкерные болты до требуемого момента и проверить горизонтальность рамы. Отклонения более 0,05 мм требуют установки прокладок. При выравнивании рамы проверить центровку муфты и отцентрировать ее, чтобы максимальные несоосность и смещение не превышали 0,13 мм.

8. Для цилиндров, работающих на давление более 24000 кПа, проверить зазор в замках поршневых колец. Заменить кольца, зазоры которых превышают пределы.

Ежегодно или через 8000 ч (+ ежедневно, ежемесячно и 6 месяцев):

1 Заменить элементы в фильтрах масла.

2 Проверить зазоры в коренных подшипниках, шатунных подшипниках и осевой зазор коленчатого вала. Если эти зазоры превышают пределы, замените соответствующие подшипники.

3 Проверить зазор в направляющих крейцкопфов и, если эти зазоры превышают пределы, заменить соответствующие детали.

4 Проверить, не поломались ли пластины клапанов и не ослабились ли центральные стяжные болты, заменить поломанные детали и затянуть центральные болты до моментов затяжки.

5. Проверить, нет ли повреждений и чрезмерных износов зеркал цилиндров. Если имеются затиры общей площадью более 0,025 мм² на 1 мм окружности зеркала цилиндра, цилиндр необходимо заменить или расточить не более, чем на 0,5 мм. Цилиндр необходимо также заменить или расточить, если его овальность или конусность превышает 0,001 мм на 1 мм диаметра цилиндра.

6 Проверить зазор в замках поршневых колец. Заменить кольца, если их зазоры превышают значения.

7. Проверить, нет ли повреждений и чрезмерного износа штоков. Если имеются натирсы (выбоины) или царапины, заменить шток. Если диаметр штока изношен более, чем на 0,13 мм, его овальность больше, чем 0,03 мм или его конусность превышает 0,05 мм, заменить шток.

8. Восстановить сальники цилиндров.

9. Убедиться, не скручена или не согнута ли фундаментная рама, проверив прокладки под опорами компрессора.

10. Проверить центровку муфты и, если необходимо, отцентрируйте ее до биения не более 0,13 мм.

11. Проверить систему КИПиА.

12. Проверить и записать уклон штока.

13. Через смазочный штуцер смазать резьбу штока РППО 3-4-мя качками ручного смазочного пистолета, заправленного солидолом.

14. Очистить фильтр сапуна картера.

15. Отрегулировать приводные цепи.

Через 2 года или 16000 ч (+ ежедневно, ежемес, 6 мес и ежегодно):

1 Проверить привод вспомогательных механизмов и цепную передачу, нет ли чрезмерных подрезов зубьев звездочек и нет ли чрезмерного растяжения цепи.

2. Восстановить маслосбрасывающие сальники.

Через 4 года или 32000 ч (+ ежеднев, ежемес, 6 мес, ежегод и 2 года):

1 Проверить зазоры в коренных подшипниках и шатунных подшипниках коленчатого вала, используя индикатор и рычажный брус. Не рекомендуется разборка для проверки зазоров. Разборка проводится, если контроль с помощью рычажного бруса покажет недопустимый зазор.

2 Проверить зазоры в направляющих крейцкопфов с помощью щупов.

3 Проверить зазор между пальцем и втулкой крейцкопфа и втулкой шатуна, вынув пальцы крейцкопфов.

4 Проверить, нет ли износа натяжного устройства привода со стороны вспомогательных механизмов.

5. Проверить, нет ли износа канавок колец в поршнях.

Через 6 лет или 48000 ч (+ ежеднев, ежемес, 6 мес, ежегод, 2 и 4 года):

1 Заменить вкладыши коренных и шатунных подшипников и втулки.

2 Заменить распределительные блоки лубрикаторной системы.

3 Заменить пальцы крейцкопфов.

При эксплуатации компрессоров Ariel можно столкнуться с небольшими трудностями. Эти трудности чаще всего связаны с появлением подтеков или пятен (следов жидкости или грязи), с неправильной регулировкой или с тем, что персонал, который обслуживает Ariel не знаком с такими агрегатами. Из вышесказанного следует что устранить трудности такого рода помогут очистка, правильная регулировка, устранение неблагоприятных условий, а также замена каких-либо небольших деталей и самое главное это обучения обслуживанию таких агрегатов обслуживающего персонала. Большие и серьезные трудности чаще всего происходят из-за использования агрегата не по назначению, либо длительной работы компрессора с неподходящим смазочным маслом, так же при неправильном и безответственном обслуживании агрегата и без требуемой периодичности работ по ТО. 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.

Однако почти невозможно перечислить все вероятные неисправности агрегатов, ниже в таблице 6 приведены чаще всего встречающиеся проблемы и их возможные причины.

Таблица 6 – Перечень вероятных неисправностей и их возможные причины

Проблемы	Причины
Мало давление масло	Низко усыновлен предохранительный клапан маслонасоса либо регулирующего клапана, или их

	<p>заедание; Неисправность маслососа или привода маслососа; Очень высокий уровень масла (происходит его вспенивание из-за заедания поверхности); Низкая температура масла (холодное масло); Утечка масла в подшипниках или внутри рамы; Загрязнение масляного фильтра; Неправильно установлена защита по</p>
--	--

Продолжение таблицы 6

	<p>Неправильно установлена защита по низкому давлению масла; Несоответствие торцевого зазора в маслососе; Неисправность манометра.</p>
Шум в цилиндре	<p>Ударение поршня о крышку цилиндра; Неплотность или поломка клапанов; Ослаблена уравнивающая гайка крейцкопфа; Износ или поломка опорных, или поршневых колец; Повреждена прокладка клапана; Неправильная установка клапана; Жидкость в цилиндре.</p>
Чрезмерный пропуск сальников	<p>Износ колец сальника; Недостаточная подача масла; Несоответствующее смазочное масло; Загрязнение сальника; Неправильно собраны кольца сальника; Неправильный зазор в замках колец; Забита вентиляционная система сальника; Неисправность или износ штока; Неправильная установка сальника; Чрезмерный уклон штока.</p>
Перегрев сальника	<p>Отсутствие масла в сальнике, не поступает масло; Недостаточная подача масла; Несоответствующее смазочное</p>

	<p>масло; Износ колец сальника; Загрязнение сальника; Неправильный зазор в замках колец; Неисправность или износ штока; Чрезмерный уклон штока.</p>
Закоксование клапанов	<p>Избыточная подача масла; Несоответствующее смазочное масло; Забрасывание масла со всасывающей системы или предыдущей ступени; Поломка или не герметичность клапанов вызывает перегрев;</p>

Продолжение таблицы 6

	<p>Повышенная температура из-за слишком высокого отношения давлений в цилиндрах.</p>
Срабатывание предохранительного клапана	<p>Неисправность предохранительного клапана; Неплотные всасывающие клапаны или кольца цилиндров следующей ступени; Заклинивание крана на нагнетании.</p>
Высокая температура нагнетания	<p>Высокое отношение давлений в цилиндрах, неплотные всасывающие клапаны или кольца цилиндров следующей ступени; Трубопровод промежуточного холодильника загрязнен; Не плотность нагнетательных клапанов или поршневых колец; Высокая температура всасывания; Несоответствующая подача масла; Несоответствующее масло.</p>
Стуки в раме	<p>Ослаблен палец крейцкопфа или крышки пальца; Износ коренных, шатунных подшипников или подшипники крейцкопфа; Низкое давление масла; Холодное масло. Несоответствующее масло;</p>
Утечка масла по коленчатому валу со стороны привода	<p>Забито вентиляционное отверстие или трубопровод вентиляции;</p>

	Чрезмерные утечки в сальниках цилиндров.
Утечки масла из маслоотражателя штока	Изношены кольца маслосбрасывающего предсальника; Неправильная сборка маслосбрасывающего предсальника; Износ или неисправен шток; Неправильная подгонка колец к штоку или несоответствующий зазор.
Остановка компрессора из-за неисправности в лубрикаторной системе.	Отказ насоса лубрикатора; Отказ распределительного блока; Нарушение подачи масла к насосу лубрикатора; Поломка привода насоса лубрикатора;

Окончание таблицы 6

	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.
В резьбовых соединениях труб утечки масла	Неплотное соединение; Не установлен уплотнитель; Дефект или повреждение трубной резьбы; Не применена самоуплотняющаяся резьба NPTF Dryseal; Слишком высокое давление для применения трубного резьбового соединения; Примененное уплотнение трубной резьбы не совместимо с применяемым синтетическим маслом; Треснула труба или фитинг.

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. [9]

2.3 Гарантия на агрегаты Ariel

Гарантийная система компании Ariel включает самые крупные компенсации в отрасли производства компрессоров для нефтегазовой промышленности. Стандартная гарантия на части агрегата действует в течение 12 месяцев с даты начала эксплуатации или 18 месяцев со дня поставки до потребителя. Гарантия составляет 36 месяцев со дня поставки на следующие запчасти компрессора: коленвал, шатуны, корпус, крейцкопфы и направляющие крейцкопфов.

Корпорация также предлагает продленную гарантию тем, кто использует только оригинальные запчасти компании Ariel при обслуживании и ремонте компрессора. [9]

2.3.1 Ограниченная гарантия

Корпорация предоставляет гарантию отсутствия дефектов материала и изготовления на производимое и поставляемое по данному договору оборудование на двенадцать 12 месяцев с даты начала эксплуатации компрессора или восемнадцать 18 месяцев с даты поставки до потребителя в зависимости от того, какой из двух сроков наступит раньше.

В дополнение, при условии правильной эксплуатации и соответствии технического обслуживания, компания Ariel предоставляет гарантию отсутствия дефектов материала и изготовления сроком на тридцать шесть 36 месяцев с даты поставки на следующие детали: коленвал, станина, шатуны, крейцкопфы, а также направляющие крейцкопфов.

Компания не делает гарантии на товарный вид или гарантии пригодности для конкретного использования, а также Ariel ни при каких обстоятельствах не несет ответственность за некомпенсируемые убытки.

Ответственность компании ограничивается, на усмотрение самой компании, лишь исключительно ремонтом компрессора или возвратом денег за него при покупке. [9]

2.3.2 Продленная гарантия

Продленная гарантия распространяется на все компрессоры поставляемые с 1 января 2003 года, при условии, что при его ТОиР всегда использовали 100% оригинальные запчасти Ariel.

Условия предоставления такой гарантии:

При условии правильной эксплуатации и правильного ТО, корпорация предоставляет гарантию отсутствия дефектов материала и изготовления сроком на 72 месяца с даты поставки на следующие детали: коленвал, станина, шатуны, крейцкопфы, направляющие крейцкопфов.

Также в дополнении к выше изложенному, при условии соблюдения требований к смазке и правильного ТО, корпорация предоставляет гарантию отсутствия дефектов материала и изготовления сроком на 24 месяца с даты поставки до потребителя на следующие детали цилиндров: корпуса цилиндров, поршни, поршневые штоки.

На все остальные части корпорация предоставляет гарантию отсутствия дефектов материала и изготовления сроком на 12 месяцев с даты эксплуатации дистрибьютором или 18 месяцев с даты отгрузки в зависимости от того, какой из двух сроков наступит раньше. Гарантия включает компенсацию трудовых затрат в течение одного года. В случае установки на компрессор детали стороннего производителя или поставщика, квалифицируемой как неоригинальная, расширенная гарантия немедленно аннулируется и в силу вступают положения стандартной гарантии. [9]

3 Разработка системы ТОиР на пост гарантийный период для компрессоров Ariel

При истечении гарантийного срока любое оборудование требует дальнейшего технического обслуживания и ремонта. Для различного оборудования определяется своя система ТОиР. Система технического обслуживания и ремонта включает в себя интервалы работ, их перечень и различные принадлежности, оборудование, инструменты, запчасти и расходные материалы необходимые для работ по ТОиР. Так же каждая система разрабатывается по уже имеющимся системам и дорабатывается различными новшествами и усовершенствованиями уже имеющихся систем.

3.1 Интервалы работ по ТОиР

Временные интервалы начинаются от даты пуска установки.

Поршневые компрессоры, по сравнению с другими агрегатами самый актуальный вид компрессорного оборудования, они обладают хорошей долговечностью около 48 000 – 100 000 моточасов (6 – 10 лет)

Продолжительный срок службы поршневых компрессоров обусловлен тем, что они просты в эксплуатации и обслуживании, именно поэтому они лидируют среди компрессорного оборудования. Определенно поршневые компрессоры во все времена легко и просто ремонтировались и так же без труда подвергались восстановлению своих функций после поломки. Такие компрессоры служили безупречно целые десятилетия при условии своевременного обслуживания и качественного ремонта, именно поэтому получили название «вечный агрегат».

Основные минусы поршневых компрессоров заключаются в необходимости большого штата сотрудников для их обслуживания, а также то, что интервал межсервисных работ составляет лишь 4000 — 6000 моточасов. На сегодняшний день это считается низким показателем среди компрессорных агрегатов.

Внеплановые остановки компрессора приносят большие расходы для нефтегазовых предприятий, именно поэтому предотвращение незапланированных остановок имеет первостепенное значение.

Ниже приведены интервалы работ по техническому обслуживанию компрессора, они зависят от времени или моточасов:

- Ежедневно;
- Ежемесячно;
- Каждые полгода (4000 часов);
- Каждый год (8000 часов);
- Каждые два года (16000 часов);
- Каждые четыре года (32000 часов);
- Каждые шесть лет (48000 часов).

3.2 Перечень работ для ТОиР

Ежесменное техническое обслуживание, как правило, выполняется машинистом.

Перечень работ утверждается техническими службами предприятия и доводится до машинистов.

Организация планирования и контроля проведения ТОиР состоит из трех этапов:

1. Разработка регламентов проведения ТОиР,
2. Планирование ТОиР,
3. Выполнение работ по ТОиР. Согласование с цеховыми службами, контроль проведения работ и составление отчетов.

Ниже в таблице 7 приведены рекомендации по обслуживанию, эти рекомендации являются лишь ориентировочными, они помогут определить требуемую периодичность работ по техническому обслуживанию для компрессора. Частота обслуживания агрегата зависит от окружающей среды в которой работает поршневой компрессор, нагрузками которыми загружается

компрессор и чистотой газа. Для принятия решения о сокращении или увеличении межремонтного интервала очень важно иметь журнал учета работ и документировать в деталях все о проделанной работе по ТОиР.

Данная рекомендация по ТО разработана для ПК после капремонта или изменения конфигурации.

Таблица 7 – Периодичность ТО поршневого компрессора Ariel KBZ

Периодичность	Перечень операций по обслуживанию
Ежедневно	Внешний осмотр агрегата, проверка на необычные шумы и вибрации; проверка рабочих температур и давлений; контроль и корректировка масла; контроль температуры масла, цилиндра, клапанных крышек и коренного подшипника; проверка линий вентиляции сальников на утечки; проверка на отсутствие каких-либо утечек масла, газа и охлаждающей жидкости.
Ежемесячно	Каждодневное выполнение операций по обслуживанию входящих в ежедневные работы. Снять крышки цилиндров и проверить достаточна ли подача масла в цилиндры; анализ пробы масла из картера агрегата.
Полугодовое или 4000 рабочих часов	Каждый месяц выполнение работ по ежемесячному обслуживанию. Замена масла в корпусе лубрикатора, проверка системы лубрикаторной смазки; промыть фильтр предварительной очистки масла; замена масляных фильтров и масла в картере; протяжка до требуемого момента

	болтов
--	--------

Продолжение таблицы 7

	<p>станины, проверка горизонтальности рамы (при большом отклонении откорректировать); проверить зазоры в замках поршневых колец, при превышении пределов зазоров заменить кольца.</p>
Ежегодно или 8000 рабочих часов	<p>Выполнение работ, входящих в полугодовое обслуживание; проверить плавность хода привода разгрузочных устройств; проверить зазоры в коренных и шатунных подшипниках, проверить осевой зазор коленвала, проверить зазоры в направляющих крейцкопфов, также следует проверить зазоры в замках поршневых и опорных колец (при зазорах, превышающих предел заменить соответствующие детали); осмотр деталей лубрикаторной системы на наличие износа; замена клапанных прокладок и проверка клапанных карманов на износ, проверка пластин клапанов на целостность; проверка зеркал цилиндров на износ, при износе зеркала его следует расточить или заменить вместе с цилиндром; проверить штоки на повреждения и износ (при сильном повреждении или износе заменить), также проверить и записать биение (уклон) штока; восстановить сальники цилиндров; проверить и провести калибровку датчиков КИПиА;</p>

	поверить моменты затяжки крепления основных деталей; очистить фильтр сапуна картера; отрегулировать приводные цепи.
--	---

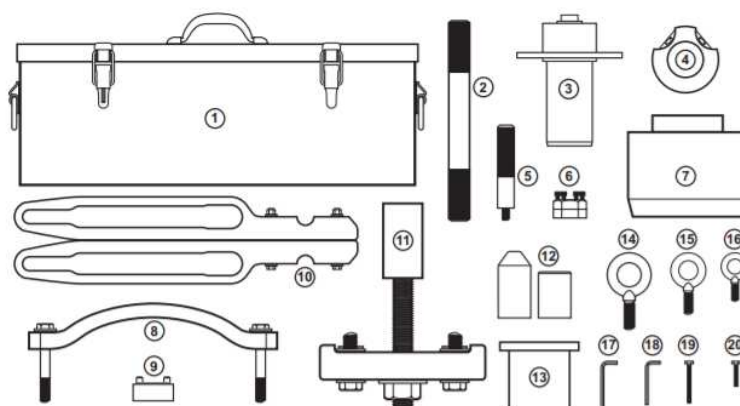
Окончание таблицы 7

Двухгодое или 16000 рабочих часов	Выполнить операции, входящие в объем работ ежегодного обслуживания; проверить вспомогательные механизмы на отсутствие подрезов зубьев звездочек, а также цепную передачу на отсутствие растяжения цепи; восстановить маслосъемные сальники; заменить поврежденные штоки и уплотнения.
Трехгодое или 24000 рабочих часа	Выполнить операции, входящие в объем работ ежегодного обслуживания; проверка и замена изношенных подшипников.
Через каждые 4 года или 32000 рабочих часа	Выполнить операции, входящие в объем двухгодоего обслуживания; проверка зазоров коренных и шатунных подшипниках коленвала, в направляющих крейцкопфов, проверить зазор между пальцев и втулкой крейцкопфа и втулкой шатуна; проверка канавок колец поршня на износ; проверка на износ натяжного устройства привода вспомогательных механизмов.
Через каждые 6 лет или 48000 рабочих часов	Выполнить объем работ трехгодоего обслуживания; замена распределительного блока лубрикатор системы, замена коренных и шатунных подшипников и их вкладышей, замена пальцев крейцкопфов, замена втулок шатунов.

Через 50 часов после проведения любых работ по ТОиР необходимо выполнять проверку плотности затяжки всех винтов и гаек, которые использовались во время работ.

3.3 Состав оборудования и инструментов для ТОиР компрессоров

С компрессорами корпорации Ариель поставляется комплект инструментов, показанный на рисунке 15. Эти инструменты предназначены специально для компрессоров Ariel. Перед началом работы инструментами их нужно обязательно очистить и проверьте полноту сопряжения инструментов со снимаемой или устанавливаемой деталью. Если нет комплекта инструментов, либо инструмент потеряны или сломаны, обращайтесь к дистрибьютеру компании за заменой. Не используйте изношенные, поломанные или неоригинальные инструменты, во избежание каких-либо проблем.

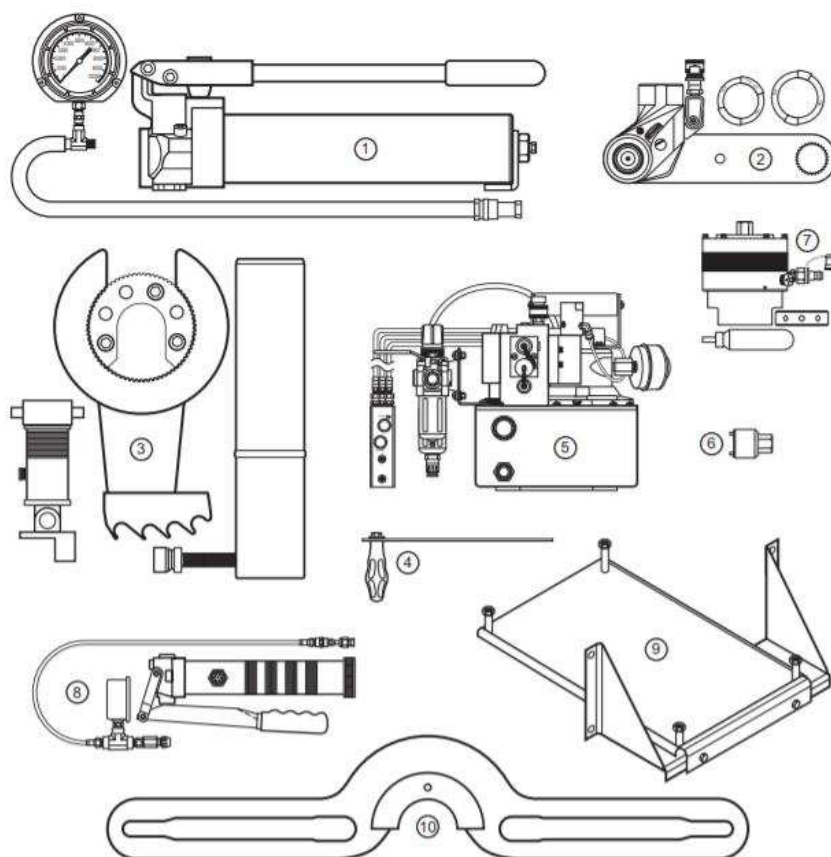


1 – Ящик для инструментов А-0798, 2– Съёмник клапанов, 3 – Шпиндель для установки крейцкопфа, 4 – Приспособление-индикатор для дотягивания 110° шатунных болтов для торцевого ключа 25,4 мм, 5 – Инструмент для крышки клапана. 2 шт, 6 – Шпильковерт для шпилек штока поршня, 7 – Инструмент для выравнивания пальца крейцкопфа, используется инструмент для крышки клапана в качестве ручки, 8 – Съёмник крышки шатуна, 9 – Приспособление для заворачивания поршня/гайки поршня, 10 – Приспособление для поддержки удлинителя ключа для поворота поршня и штока в сборе. Показан собранным для хранения в ящике, 11 – Съёмник клапана для снятия прокладок из металлической проволоки в цилиндрах высокого давления (поставляется только для компрессоров с цилиндрами из кованой стали. Размер и тип съёмника зависит от размера цилиндра и соединения центра клапана), 12 – Втулка для заводки штока, 13 – Втулка для заводки поршня (поставляется только для

компрессоров с цилиндрами из кованой стали для сквозных штоков со ступенчатой расточкой), 14 – Кованые рым-болты 5/8. 2 штуки, 15 – Кованые рым-болты 1/2. 2 штуки, 16 – Кованые рым-болты 3/8. 2 штуки, 17 – Ключ-шестигранник 1/4, короткий рычаг. 2 штуки, 18 – Ключ-шестигранник 1/8, короткий рычаг. 10 штук, 19 – Болты с головками под ключ класса прочности 5, 1/4 x 2-1/2, 2 штуки, для прикрепления 9 к гайке поршня, 20 – Болты с головками под ключ класса прочности 5, 1/4 x 1-1/2, 2 штуки, для прикрепления 9 к поршню.

Рисунок 15 – Приспособления и инструменты для компрессора Ariel, поставляемые производителем.

Далее на рисунке 16 показаны инструменты и оборудования, приобретаемые у дилера отдельно от компрессора.



1 – Гидравлический ручной насос для затяжки балансировочной гайки крейцкофа, 2 – Гидравлическое приспособление для затяжки шатуна/крышки коренного подшипника/распорной проставки, 3– Гидравлическое приспособление для затяжки, 4 – Пластиковый съёмник для коренного подшипника, 5 – Насос с пневмоприводом, для гидравлического приспособления для затяжки шатуна/крышки коренного подшипника/распорной проставки, 6 – Рожковый ключ для корпуса/подшипника лубрикатора, 7 – Устройство гидравлического затягивания анкерных шпилек рамы, 8 – Ручной насос прокачки лубрикаторной

системы, 9 – Столик и опора для монтажа крейцкопфа, 10 – Опора для демонтажа и установки узла штока.

Рисунок 16 – Приспособления и инструменты для компрессора Ariel, приобретаемые отдельно.

Ниже приведен минимальный набор самых необходимых стандартных инструментов для ТОиР компрессоров Ariel, эти инструменты дополняются специальными инструментами именно для Ariel которые приведены выше.

- Ящик для ручного инструмента
- Разводной ключ (15 - 18 дюйма).
- Набор комбинированных ключей, различных размеров.
- Набор отверток, плоских и крестовых
- Набор ключей 3/8 дюйма, включая:
 1. Набор 12-гранных торцевых головок, рукоятку, ключ с трещоткой, удлинители.
 2. Карданный шарнир с фиксацией соединения (шариком).
 3. Переходник.
 4. Набор накидных 12-гранных ключей с удлинителем для крепежных болтов тандемных цилиндров из ковanej стали на базах небольших размеров.
 5. Тарированный динамометрический ключ с диапазоном регулировки усилия.
- Набор ключей разных размеров, включая:
 1. Набор 12-гранных торцевых головок, рукоятку, ключ с трещоткой, удлинители.
 2. Карданные шарниры с фиксацией соединения (шариком).
 3. Переходники на разные размеры.
 4. Ключи с открытым зевом.
 5. Торцевые 6-гранные головки разных размеров.
 6. Тарированные динамометрические ключ с диапазоном регулировки усилия.
- Два обрезиненных молотка, главным образом для подбивания ключа для балансировочных гаек крейцкопфа, массой приблизительно 3 кг.

- Набор щупов различной толщины.
- Монтировка длиной 1 м.
- Набор 6-гранных ключей для стопорных винтов гайки поршня. Два 6-гранных ключа становятся непригодными для последующего использования после каждой затяжки гайки поршня. Следует иметь в запасе необходимое количество 6-гранных ключей (с учетом расхода во время технического обслуживания).
- Рулетка.
- Слесарная линейка с ценой деления 0.5 мм.
- Калиброванные циферблатные индикаторы с ценой деления 0.005 мм, магнитным штативом и крепежными принадлежностями.
- Мультипликатор и/или гидравлический ключ для крупных компрессорных баз. [9]

3.4 Анализ возможности проведения ремонтных работ на месте эксплуатации

Техническое обслуживание или ремонт компрессора Ariel может проводиться на месте его установки непосредственно обученным и ознакомленным с агрегатом по ТОиР либо специальным сервисным подразделением, а также при обязательном наличии всех нужных инструментов и оборудования для ТОиР компрессора. Все работы по обслуживанию и ремонту описаны в руководствах по эксплуатации для Ariel. Сложность проведения работ будет зависеть от условий окружающей среды.

Московское представительство Ariel Corporation ежегодно проводит в г. Москве и г. Алматы бесплатное двухдневное обучение на русском языке по эксплуатации поршневых компрессоров Ariel.

К участию в школах Ariel приглашаются компании, занимающиеся эксплуатацией и сервисным обслуживанием компрессоров Ariel, а также проектные институты. На лекциях рассматриваются вопросы, посвященные теории поршневых компрессоров, конструкции компрессоров Ariel и

компрессорных установок на их базе, устройствам регулирования, конструкции и эксплуатации клапанов, порядку и периодичности обслуживания, системам смазки, диагностике неисправностей и др. Всем слушателям предоставляются учебные пособия и сертификаты об участии. [17]

3.5 Запасы запасных частей

Одна из существенно актуальных задач при организации материально-технического обеспечения (МТО) агрегатов – определение номенклатуры и количества запчастей и расходных материалов, подлежащих закупке и хранению на складах предприятия эксплуатирующего агрегат или на складах сервисной службы.

Не обоснованное содержание комплектов запасных частей приводит, с одной стороны к возникновению неиспользуемых запасов ЗЧ на складах служб материально-технического обеспечения отдельных объектов, а с другой стороны, к существенному недостатку некоторых узлов и деталей.

Изучив основные неисправности компрессоров Agiel, однако практически невозможно представить полный перечень всех вероятных неисправностей, в основном неисправности происходят из-за таких причин как: длительная эксплуатация с неподходящим смазочным маслом, так же при работе без требуемого обслуживания с несоблюдением его сроков или при использовании компрессора не по его назначению, можно сделать вывод что при ремонте первостепенно востребованными запчастями являются:

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

Различают три комплекта запасных частей: одиночный, групповой и ремонтный.

Одиночный комплект запчастей служит для поддержки работоспособного состояния агрегата силами персонала, который проводит работы по обслуживанию. Разрабатывается один раз на каждый объект и поставляется вместе с ним, дальнейшее пополнение производится за счет дополнительных закупок.

Групповой комплект запасных частей предназначен для профилактического обслуживания группы одноименных агрегатов силами ремонтного подразделения предприятия. Поставляется с группой агрегатов один раз, состав определяется условиями эксплуатации и требованиями к объектам.

Ремонтный комплект запасных частей поставляется отдельно от оборудования. Разрабатывается на группу одноименных агрегатов для их ремонта силами ремонтного подразделения предприятия, а также для пополнения групповых комплектов.

МТО разделяется на плановое и неплановое. Для всех заменимых элементов агрегата, которые могут отказывать при эксплуатации выполняется расчет объемов непланового МТО, а для изделий, эксплуатируемых по ресурсу выполняется расчет объемов планового МТО. [18]

3.5.1 Примерные запасы запасных частей

В качестве примера приведем расчет запаса для подшипников поршневого компрессора.

Проанализировав информацию было выявлено что наработка подшипника составляет 12000 часов. Срок службы компрессора Ariel составляет 12 лет, это 96000 моточасов. Для предотвращения аварий стоит заменять подшипники с запасом их наработки, используя на 80%. Следовательно, можно сделать вывод, что за 12 лет работы компрессора, нужно заменить 10 комплектов подшипников. В случае преждевременного износа,

выявленного вовремя ТО и ТР, так же в случае заводского брака запасной части следует сменить большее количество комплектов запасных подшипников.

У любых запчастей есть срок годности, не следует держать все комплекты запчастей необходимых на все время эксплуатации агрегата на складах эксплуатирующей организации. В любом предприятии ежегодно формируется заявка, раз в год идет закупка запасных частей на следующий период. В конце каждого года приходят запасные части необходимые для следующего года.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что на каждый год требуется около 3-4 комплектов подшипников.

3.6 Предложения по повышению надежности компрессора в период эксплуатации

Изучив опыт различных компаний в использовании поршневых компрессоров можно сделать вывод, что агрегаты Ariel зарекомендовали себя как компрессоры, работающие дольше, а также требующие меньше техобслуживания чем их конкуренты различных производителей, все эти превосходства достигаются за счет использования оригинальных запчастей и комплектующих Ariel при ремонте и обслуживании компрессора.

Оригинальные запчасти Ariel разрабатываются по тем же стандартам, как и детали, что отгружаются в составе компрессора. Так как запчасти разрабатываются совместно с компрессором, они помогают обеспечить работу компрессора с той же эффективностью и надежностью, благодаря чему агрегат прослужит целые десятилетия.

Именно поэтому можно прийти к итогу, что для повышения надежности и сокращению техобслуживания, нужно использовать оригинальные запчасти Ariel. Так же корпорация производит компрессоры, а, следовательно, и запчасти под индивидуальные условия заказчика.

Еще одна проблема — это простои оборудования, которые приводят к большим финансовым потерям. Эта проблема в первую очередь связана с

неимением в наличии запасных частей у предприятия, эксплуатирующего агрегат. Сюда же относится долгая доставка запчастей до места эксплуатации компрессора, сроки доставки зависят от географического расположения агрегата. Для решения проблемы отсутствия запчастей необходимо отвести небольшое помещение на территории предприятия эксплуатирующего компрессор под склад, на котором будут храниться запасные части. Благодаря наличию запчастей на месте эксплуатации компрессора, в случае какой-либо неисправности агрегата, он будет отремонтирован в кратчайшие сроки.

К возникновению простоев в работе агрегата также относятся различные проблемы импорта оригинальных запчастей из-за границы. Такие проблемы связаны с непредвиденными закрытиями границ или политическими вопросами между государствами, такими как различные санкции и запреты на ввоз и вывоз товаров. На территории РФ нет компаний, которые занимаются производством деталей специально для поршневых компрессоров Ariel, но есть возможности подобрать аналоги ЗИП, предлагаемых отечественными производителями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы которая заключалась в разработке послегарантийной системы ТОиР для поршневого компрессора Ariel, для достижения упомянутой цели были выполнены следующие задачи:

- Были рассмотрены сведения об устройстве поршневого компрессора Ariel, также рассмотрены его назначение, принцип действия, классификации и области применения.

- Были изучены сведения о ТОиР

- Была рассмотрена система ТОиР компрессора. Также рассмотрены основные причины отказа поршневых компрессоров ARIEL

- Была разработана постгарантийная система ТОиР. Был рассмотрен состав оборудования и инструментов для ТОиР поршневого компрессора ARIEL.

- Проведен анализ возможности проведения работ на месте эксплуатации. Приведены расчеты о запасах запчастей (подшипников) для поршневого компрессора ARIEL.

- Так же были предложены рекомендации по повышению надежности для поршневого компрессора ARIEL.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Поршневые компрессоры, производимые корпорацией Ариель [Электронный ресурс]: // Научно-производственное предприятие «САЛЮТ» – Режим доступа: <https://smp-salyut.ru/cat/porshnjevyje-komprjessory-proizvodimyje-korporacijej-arijel.html>
2. Обслуживание поршневых компрессоров / [Электронный ресурс]: // ВПК Конкордия – Режим доступа: <https://www.v-p-k.ru/articles/obsluzhivanie-porshnevykh-kompressorov>
3. КОМПРЕССОРНАЯ СТАНЦИЯ [Электронный ресурс]: // <https://stavropoltr.gazprom.ru/> – Режим доступа: <https://stavropoltr.gazprom.ru/press/proekt-azbuka-proizvodstva/kompressornaya-stantsiya/>
4. Поршневой газовой компрессор Ariel [Электронный ресурс]: // dmliefer – Режим доступа: <https://dmliefer.ru/gazovye-kompressory-ariel>
5. СЛЕСАРЬ ПО РЕМОНТУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ/ А.П. Леонтьев. – Тюмень, 2015. – 292 с.
6. Модели KBU, KBZ [Электронный ресурс]: // arielcorp.com – Режим доступа: <http://ru.arielcorp.com/templates/InPageContentNav.aspx?pageid=8589940880&rdr=true&LangType=1049>
7. Области применения [Электронный ресурс]: // arielcorp.com – Режим доступа: <http://ru.arielcorp.com/applications/markets.aspx?id=561>
8. Ариель – лидер поршневого компрессоростроения [Электронный ресурс]: // neftegaz.ru – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/science/Oborudovanie-uslugi-materialy/331782-ariel-lider-porshnevogo-kompressorostroeniya>
9. Руководство по эксплуатации/Ariel Corporation. – 202с.
10. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕМОНТА КОМПРЕССОРОВ/ И.Ю. Крутиков. – Салават, 2005. – 6с.
11. Техническое обслуживание и ремонт [Электронный ресурс]: // Википедия –

Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Техническое_обслуживание_и_ремонт

12. Методы, операции, процессы ремонта и технического обслуживания [Электронный ресурс]: // studref.com – Режим доступа: https://studref.com/370549/stroitelstvo/metody_operatsii_protssesy_remonta_tehnicheskogo_obslyzhvaniya

13. СИСТЕМЫ РЕМОНТА, ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ [Электронный ресурс]: // studref.com – Режим доступа: https://studref.com/370551/stroitelstvo/sistemy_remonta_tehnicheskogo_obslyzhvaniya_diagnostirovaniya

14. Средства ремонта, технического обслуживания и диагностирования [Электронный ресурс]: // studref.com – Режим доступа: https://studref.com/370552/stroitelstvo/sredstva_remonta_tehnicheskogo_obslyzhvaniya_diagnostirovaniya

15. Ремонтпригодность и технологичность объектов технического обслуживания и ремонта [Электронный ресурс]: // studref.com – Режим доступа: https://studref.com/370552/stroitelstvo/sredstva_remonta_tehnicheskogo_obslyzhvaniya_diagnostirovaniya

16. Техническое обслуживание и основы ремонта компрессоров [Электронный ресурс]: // Студопедия – Режим доступа: https://studopedia.ru/9_210326_tehnicheskoe-obsluzhivanie-i-osnovi-remonta-kompressorov.html

17. Школы эксплуатации компрессоров Ariel [Электронный ресурс]: // neftegaz.ru – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/news/education/240702-shkoly-ekspluatatsii-kompressorov-ariel/>

18. Расчет параметров МТО: методические материалы. – Москва, 2012. – 21 с.

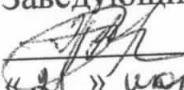
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


 Э. А. Петровский
«21» июня 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА


направление 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
профиль 21.03.01.07 «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов
нефтегазового производства»

Разработка системы технического обслуживания и ремонта поршневого
компрессора Ariel

Руководитель

 06.06.2021
подпись, дата

Выпускник

 06.06.2021
подпись, дата

К.Т.Н., доцент
должность, ученая степень

В.В. Бухтояров
инициалы, фамилия

Ю.А. Чувашов
инициалы, фамилия

Красноярск 2021