

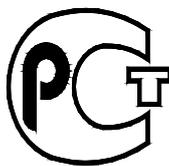
ПЕНЗКОМПРЕССОРМАШ

Утвержден
736 РЭ-ЛУ

УСТАНОВКА КОМПРЕССОРНАЯ ВИНТОВАЯ ВОЗДУШНАЯ 21ВВ-40/9 Н

Руководство по эксплуатации

736 РЭ



АЯ 45

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
Астана +7(7172)727-132
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

Единый адрес: pmk@nt-rt.ru || www.penkompn-rt.ru

Содержание

1 Описание и работа изделия.....	6
1.1 Назначение.....	6
1.2 Основные параметры, размеры и характеристики.....	6
1.3 Состав изделия.....	8
1.4 Устройство и работа изделия.....	9
1.5 Устройство и работа составных частей изделия.....	10
1.6 Инструменты и принадлежности.....	17
1.7 Маркировка и пломбирование.....	17
1.8 Упаковка.....	18
1.9 Транспортирование, хранение, расконсервация и консервация	18
2 Использование по назначению	20
2.1 Эксплуатационные ограничения	20
2.2 Меры безопасности	22
2.3 Подготовка изделия к использованию	24
2.4 Пуск и остановка	25
2.5 Возможные неисправности и методы их устранения	28
3 Техническое обслуживание	32
3.1 Общие указания	32
3.2 Виды, объем и периодичность технического обслуживания	32
3.3 Замена фильтра воздушного	38
3.4 Замена фильтра-сепаратора	38
3.5 Техническое обслуживание маслоотделителя, маслоохладителя и газоохладителя	38
3.6 Техническое обслуживание системы автоматизации	39
3.7 Общие вопросы демонтажа и монтажа, разборки и сборки	41
3.8 Демонтаж и монтаж компрессора	42
3.9 Разборка и сборка компрессора	42
Рисунки	45
Приложение А. Перечень запасных и изнашивающихся деталей	57
Приложение Б. Перечень расходных материалов.	59
Приложение В. Перечень чертежей, схем и рисунков	60
Приложение Г. Информация для обмена данными с КСАУ КС по протоколу Modbus RTU	61
Ссылочные нормативные документы	65
Лист регистрации изменений	66

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения изделия, подготовки его к эксплуатации, а также для выполнения технического обслуживания изделия во время эксплуатации и ремонта.

1 Не следует приступать к монтажу и эксплуатации:

- при отсутствии проекта привязки компрессорной установки;
- без изучения эксплуатационной документации.

2 При изучении настоящего руководства необходимо дополнительно ознакомиться с эксплуатационной документацией на систему автоматизации и комплектующие изделия, а также с нормативной документацией по технике безопасности.

3 Монтаж, эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт изделия необходимо осуществлять в соответствии с ПБ 03-581-03 «Правилами устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов» утвержденными Госгортехнадзором России.

4 Обслуживающий персонал должен быть обучен по соответствующей программе и иметь удостоверение квалификационной комиссии на право обслуживания компрессорных установок.

5 Компрессорная установка должна устанавливаться в централизованной компрессорной станции или в отдельном помещении (в пристрое) цеха потребителя с выносным воздухозабором на высоте не менее трех метров от уровня земли. Общие размеры помещения должны удовлетворять условиям безопасного обслуживания и ремонта.

6 В помещении должна быть выполнена вытяжная и приточная вентиляция:

- расход вытяжки, м³/ч 40000
- тепловыделения от оборудования, Вт 6500

7 Температура воздуха в помещении должна быть от плюс 10°С до плюс 35°С.

8 Для предприятия с высокой запыленностью всасываемый в компрессор воздух должен подвергаться дополнительной очистке с обеспечением содержания механических примесей не более 2 мг/м³.

9 Категорически запрещается размещение установки вблизи помещений с легко воспламеняющейся атмосферой (малярные отделения, заправочные станции, газораспределительные отделения, помещения для хранения легковоспламеняющихся материалов), а также если в смежном помещении расположены взрывоопасные производства.

10 Компрессорная установка 2ВВ-40/9Н укомплектована электродвигателем корпорации WEG, 280кВт, 3000об/мин, 380/600В, 50Гц с возможностью постоянной работы с мощностью 220 кВт с одновременным отклонением напряжения питания ±10%.

11 С целью предотвращения выхода из строя приводного электродвигателя необходимо соблюдать требования по ограничению числа пусков электродвигателя в соответствии с эксплуатационной документацией на электродвигатель.

12 Проводить сварочные работы при включенном питании и в непосредственной близости от щита контроля и управления (ЩКУ) запрещается!

13 Запрещается пуск и эксплуатация компрессорной установки при выключенных устройствах автоматических защит.

14 При эксплуатации в автоматическом или дистанционном ручном режимах (если это предусмотрено конструкцией системы автоматизации) на установке необходимо вывесить предупредительную табличку с надписью «**ВНИМАНИЕ – КОМПРЕССОР МОЖЕТ ВКЛЮЧИТЬСЯ АВТОМАТИЧЕСКИ**».

15 Во время проведения пусконаладочных работ необходимо проверить следующее:

- на внутренних поверхностях всасывающего трубопровода не должно быть окалин, металлических брызг, ржавчины и грязи;
- затяжку всех резьбовых соединений (при необходимости подтянуть);
- целостность и надежность всех контактных соединений силового щита, щита контроля и управления;

- правильность подключения электропитания электродвигателя производится путем пробного пуска электродвигателя при отсоединенной муфте компрессора, правильное направление вращения по часовой стрелке если смотреть на вал электродвигателя со стороны компрессора, для изменения направления вращения необходимо поменять местами подключение любых двух проводов силового кабеля при выключенном вводном автоматическом выключателе в силовом щите.

Для пробного пуска следует при включенном общем электропитании нажать на кнопку «ПУСК», при этом отключение электродвигателя производить нажатием на кнопку «АВАРИЙНЫЙ СТОП», так как при нажатии кнопки «СТОП» электродвигатель отключится через 10 секунд;

- наличие поверки приборов предусмотренных формуляром п. 13.4;
- подключение внешних силовых и контрольных кабелей согласно п. 2.3.5.

16 При первом пуске необходимо:

- перед пуском залить через отверстие в компрессоре Г (рисунок 2) 2-5 л масла и повернуть роторы ;

- проверить своевременное открытие заслонки на всасывании, контролируя его по указателю хода поршня пневмоцилиндра, время с момента пуска до полного открытия заслонки до 20с ;
- проверить поток масла на линии отсоса масла из фильтроэлементов маслоотдели-теля, наблюдая в смотровой глазок.

16 Обращаем Ваше внимание на то, что выполнение пуско-наладочных работ должно осуществляться по отдельному договору специалистами предприятия-изготовителя установки или уполномоченной им организацией, имеющей разрешение предприятия – изготовителя. В противном случае предприятие-изготовитель в праве снять с себя гарантийную ответственность за поставленное оборудование.

17 Следует иметь в виду, что в гарантийный период наше предприятие безвозмездно устраняет все неисправности, если будет удостоверено, что эти неисправности произошли не в результате нарушения потребителем условий применения, транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

18 Обращаем Ваше внимание на то, что в связи с постоянно проводимой работой по совершенствованию компрессорной установки, возможны изменения, не нашедшие отражения в настоящем руководстве.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 Назначение

Установка компрессорная винтовая воздушная (далее по тексту установка), 4ВВ-30/9Н предназначены для сжатия атмосферного воздуха.

Установка изготавливается в климатическом исполнении УХЛ категории размещения 4 по ГОСТ 15150, для эксплуатации при температуре окружающей среды от плюс 10 °С до плюс 35 °С.

1.1.1 Структурная схема условного обозначения

- 2 - условный номер базы компрессора;
 В - винтовой;
 В - воздушный;
 40 - производительность номинальная, м³/мин;
 9 - давление конечное (абсолютное), кгс/см²;
 Н - модификация.

1.1.2 Требования к всасываемому воздуху

- Запыленность – мг/м³, не более2
 Относительная влажность всасываемого воздуха, %
 - при плюс 20 °С80
 - предельная при плюс 25 °С100

Воздух не должен содержать капельную жидкость.

Воздух не должен содержать угольную и абразивную пыль в качестве механических примесей.

1.2 Основные параметры, размеры и характеристики

- 1.2.1 Сжимаемый газ атмосферный воздух
 1.2.2 Производительность, приведенная к начальным условиям (на патрубке компрессора), м³/с (м³/мин).....0,67_{-0,042} (40_{-2,5})
 1.2.3 Давление начальное, МПа (кгс/см²).....от 0,084 до 0,107 (от 0,856 до 1,087)
 1.2.4 Давление нагнетания максимальное, избыточное, МПа (кгс/см²).....0,83 (8,5)
 1.2.5 Давление конечное (после влагоотделителя), избыточное, МПа (кгс/см²).....от 0,49 до 0,78 (от 5,0 до 8,0)
 1.2.6 Температура воздуха начальная (на всасывании), °С.....от минус 40 до плюс 40
 Примечание – для отрицательных температур см. п.2.1.2
 1.2.7 Температура нагнетания (на выходе из компрессора), °С, не более.....110
 1.2.8 Температура воздуха конечная (после газоохладителя), °С, не более.....55
 1.2.9 Мощность, потребляемая компрессором (на валу), кВт.....265±10
 1.2.10 Расход масла на унос, г/ч, не более.....30
 1.2.11 Содержание масла в сжатом воздухе, мг/м³, не более (после влагоотделителя).....5
 1.2.12 Давление масла на впрыск на номинальном режиме (избыточное), МПа (кгс/см²), не менее.....0,6 (60)
 1.2.13 Давление масла на подшипники, избыточное, Мпа (кгс/см²), не менее
 - при давлении нагнетания 0,49 МПа (5,0 кгс/см²) и режиме «Разгрузка»....0,1(1,0)
 - при давлении нагнетания 0,78 МПа (8,0 кгс/см²), не менее.....0,4 (4,0)
 1.2.14 количество масла, заливаемого в маслосистему, м³ (л).....0,2±0,01 (200±10)

1.2.15 Масло, применяемое для смазки, уплотнения и охлаждения компрессора и его аналоги приведены в таблице 1.

Таблица 1

Масло производства России	Аналоги зарубежные
«Энекон » ТУ 0253-009-4740018	“Compressor oil RS” ISO-68 “Shell Comptella S” ISO-68 “Aircol PD-68” ISO-68 “Energol RC” ISO-68

Примечания

- 1 Температура масла при пуске должна быть не ниже температуры окружающей среды
- 2 Применение других масел только по согласованию с заводом - изготовителем. В случае использования масел, не рекомендованных заводом-изготовителем, ответственность по гарантийным обязательствам снимается.
- 3 Масло компрессорное «Энекон» ТУ 0253-009-4740018

1.2.16 Охлаждение масла, поступающего на смазку и впрыск.....	водяное
1.2.17 Номинальный расход охлаждающей воды при температуре на входе плюс 28 °С, м ³ /ч.....	24
в том числе:	
- на маслоохладитель.....	20
- на газоохладитель.....	4
1.2.18 Основные параметры охлаждающей воды:	
- давление на входе, МПа (кгс/см ²).....	от 0,2 до 0,59 (от 2 до 6)
- температура на входе, °С, не более.....	28
- температура на выходе, °С, не более.....	40
- жесткость карбонатная, моль/м ³	от 2 до 4
- жесткость общая, моль/м ³ , не более.....	7
- концентрация взвесей массовая, мг/л, не более.....	50
- сухой остаток, мг/л, не более.....	5
- концентрация хлоридов массовая, мг/л, не более.....	100
- концентрация сульфатов массовая, мг/л, не более.....	300
- содержание нефтепродуктов, мг/л, не более.....	5
- содержание аммиака, сероводорода, нитридов суммарное, мг/л, не более.....	1
- концентрация водородных ионов, ед. РН.....	от 6,6 до 8,5
1.2.19 В качестве привода компрессора используется двигатель корпорации WEG со следующими параметрами:	
- мощность номинальная, кВт.....	280
- напряжение питания номинальное, В.....	380
- частота тока номинальная, Гц.....	50
- частота вращения номинальная, об/мин.....	3000
- степень защиты.....	IP55
1.2.20 Система автоматизации (СА)	
- тип.....	электрический на микропроцессорной элементной базе
- питание.....	3PEN 50Гц 220/380
- мощность потребляемая, Вт, не более.....	350
- допустимое колебание напряжения сети, %.....	±10
- минимальная степень защиты по ГОСТ 14254 (кроме щита силового).....	IP44
- степень защиты щита силового по ГОСТ 14254.....	IP43
1.2.21 Масса, кг	
- в объеме поставки.....	
- установки.....	
1.2.22 Габаритные размеры, м, не более	
- длина.....	3,915
- ширина.....	1,835
- высота.....	2,385

Примечание - Параметры по п.1.2.2, 1.2.9, 1.2.10, 1.2.11 даны при давлении нагнетания
0,78 МПа (8,0 кгс/см²)

1.3 Состав изделия

Установка состоит из следующих основных частей:

- компрессор;
- электродвигатель;
- муфта;
- маслоотделитель;
- маслоохладитель
- газоохладитель
- фильтр масла;
- влагоотделитель;
- фильтр воздушный;
- клапан всасывания;
- клапан минимального давления;
- термостат;
- система автоматизации;
- трубопроводы обвязки;
- арматура;
- кожух звукозащитный;
- комплект запасных частей
- комплект инструмента и принадлежностей

1.4 Устройство и работа изделия

1.4.1 Установка компрессорная представляет собой законченный, испытанный блок, скомпонованный на общей раме, снабженный защитным кожухом.

Общий вид установки показан на рисунках 1 и 2.

1.4.2 Установка работает по следующей схеме (736 СЗ):

Воздух через фильтр воздушный ФВ, клапан всасывающий КВ поступает в компрессор, где сжимается до заданных параметров, одновременно смешиваясь с маслом, впрыскиваемым через сверления в блоке цилиндров.

Масло подается в рабочую полость компрессора для смазки, снижения температуры и уменьшения внутренних перетечек сжимаемого воздуха.

Для облегчения пуска непрогретой установки, для исключения при работе повышения температуры нагнетания выше допустимой из-за большого сопротивления маслоохладителя предусмотрен термостат и линия подачи масла напрямую к месту впрыска. По мере прогрева масла термостат открывается, масло начинает циркулировать через маслоохладитель.

В отдельных случаях, при пуске установки, все таки возможно возрастание температуры нагнетания выше допустимой. Для избежания остановки компрессора необходимо в период пуска следить за ростом температуры, и не доводя ее до предельного значения, перевести установку на режим «Разгрузка», через некоторое время (5-10) мин после снижения температуры нагнетания вновь перейти на режим «Нагрузка».

Для предотвращения обратного тока масловоздушной смеси во время остановки на всасывании установлен обратный клапан.

Из компрессора масловоздушная смесь через металлорукав поступает в маслоотделитель МО.

Воздух из маслоотделителя МО, газоохладителя, влагоотделителя ВД, клапана минимального давления КД, поступает потребителю.

Отделившееся в маслоотделителе масло, через фильтр масляный ФМ подается в маслоохладитель. Охлажденное масло через фильтр, подается на впрыск в компрессор, и на подшипники.

Для подачи масла в компрессор непосредственно при пуске во избежание мгновенного роста температуры сжимаемого воздуха в схеме предусмотрен термостат, перед которым установлен фильтр масляный ФМ. При температуре до $+55^{\circ}\text{C}$, термостат пропускает масло по наименьшему пути. При достижении температуры свыше $+55^{\circ}\text{C}$, открывается клапан термостата, и масло направляется в блок воздушного охлаждения.

Регулирование производительности компрессора осуществляется автоматически по давлению нагнетания.

При снижении потребителем расхода сжатого воздуха давление нагнетания повышается. Импульс давления из маслоотделителя поступает в пневмоцилиндр клапана всасывания, который перекрывает проходное сечение на стороне всасывания пропорционально повышению давления нагнетания.

Настройка давления срабатывания заслонки осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации на клапан.

Пределы настройки – от 0,49 до 0,83 МПа (от 5,0 до 8,5 кгс / см²), избыточное.

При дальнейшем снижении потребления сжатого воздуха установка автоматически переключается в режим «Разгрузка». При этом происходит открытие электромагнитного клапана.

Давлением воздуха регулирующая заслонка закрывается, а небольшое количество воздуха, всасываемого компрессором через зазоры в заслонке, стравливается через клапан КВ на всасывание. На трубопроводе после клапана КВ установлен жиклер Ж1, который, создавая сопротивление, поддерживает давление в системе установки 0,25-0,3 МПа (2,5 – 3 кгс/см²), необходимое для подачи масла к компрессору в режиме «Разгрузка».

Примечание - Система автоматизации предусматривает ручное переключение установки в режим "Разгрузка" и самовозврат в режим "Нагрузка".

Для освобождения компрессорной установки от давления при остановке компрессора в схеме предусмотрен стравливающий клапан, входящий в состав клапана всасывающего КВ.

1.5 Устройство и работа составных частей изделия

1.5.1 Компрессор винтовой 2ВВ

Компрессор (см. рисунок) представляет собой винтовую объемную машину, основными рабочими органами которой являются два ротора, находящихся в зацеплении.

Воздух, за счет создаваемого во впадинах роторов разрежения при выходе зубьев из зацепления, поступает во всасывающую камеру блока цилиндров компрессора и проходит через окно всасывания во впадины винтовой поверхности роторов. При вращении роторов поступающий воздух заполняет по всей длине впадины винтовой поверхности, затем объемы воздуха, заполнившие впадины винтов, отсекаются от всасывающего окна и постепенно сжимаются зубьями, входящими в эти впадины (зуб ведомого ротора входит во впадину ведущего, зуб ведущего ротора при вращении входит во впадину ведомого ротора).

При сжатии в полость блока цилиндров впрыскивается масло с целью отбора тепла, выделяющегося при сжатии воздуха, уплотнения зазоров по винтовым поверхностям и их смазки. Сжатие маслораздушной смеси заканчивается в момент соединения впадин с нагнетательным окном компрессора.

Компрессор имеет следующие основные узлы и детали.

Корпус компрессора состоит из блока цилиндров , камеры всасывания , камеры нагнетания и крышек . Детали корпуса взаимно фиксируются между собой штифтами. Соединение – фланцевое. Герметичность достигается с помощью нанесения «герметика». Блок цилиндров имеет две расточки, пересекающиеся между собой, в которые помещаются

винтовые части роторов: ведущего и ведомого. Зубья винтов имеют специальный профиль. Ведущий ротор имеет четырехзаходный винт, а ведомый – шестизаходный.

Роторы в корпусе вращаются с определенными зазорами (по диаметру и торцам), исключая касание при температуре нагнетания до 110 °С.

Камера всасывания и камера нагнетания имеют специально спрофилированные окна и вставки.

В сборе корпус представляет собой рабочую полость с верхним расположением окна всасывания и нижним – окна нагнетания. На блоке цилиндров выполнены опорные лапы для установки компрессора на раму.

Для опор роторов применены подшипники качения: опорные и радиально-упорные (сдвоенный) и. Упорные подшипники установлены в корпус с диаметральным зазором и не воспринимают радиальных нагрузок. Радиально-упорные подшипники служат для фиксации роторов при запуске компрессора.

Со стороны нагнетания на шейках роторов установлены запорные втулки и (гидрозатворы), исключая перетечки сжатого горячего воздуха в полость подшипников.

Для исключения утечек масла по выходному концу ведущего ротора установлено торцевое уплотнение.

1.5.2 Клапан предохранительный

Клапан предохранительный (рисунок 4) предназначен для автоматического сброса рабочей среды из маслоотделителя при повышении давления сверх нормы. Клапан состоит из корпуса поз.1, седла поз.2, шайбы поз.3, поршня поз.4, кольца поз.5, штока поз.6, пружины поз.7, втулки направляющей поз.8. Давление среды под седлом поз.2 противодействует давлению пружины поз.7, передаваемое через шайбу поз.3 и шток поз.6.

Превышение давления рабочей среды вызывает сжатие пружины поз.7, подъем поршня поз.4 и сброс избытка воздуха. Сжатие пружины на требуемое давление (открытие) регулируют втулкой направляющей поз.8.

Предохранительный клапан отрегулирован на предприятии-изготовителе на давление открытия (настройки), которое указано в паспорте на клапан и опломбирован.

В процессе эксплуатации клапан необходимо периодически (не реже 1 раза в сутки) проверять на срабатывание (сброс) при помощи кольца.

Без давления клапан за кольцо не открывать!

После произведенного ремонта, или разборки клапан собрать, пружину вновь отрегулировать на давление открытия и произвести опломбирование клапана.

1.5.3 Маслоотделитель

Принцип работы маслоотделителя следующий.

За счет тангенциального расположения входного патрубка, масловоздушная смесь приобретает вращательное движение. Масло оседает на стенке сосуда и стекает в нижнюю часть маслоотделителя, служащую маслосборником.

В верхней части корпуса установлен фильтр-сепаратор, предназначенный для дополнительного отделения масла методом фильтрации.

Отделившееся в фильтрующих элементах масло, стекает в нижнюю часть фильтра, откуда по трубке через глазок смотровой ГС отводится в полость сжатия компрессора.

Глазок смотровой служит для регулирования и визуального контроля отвода масла.

1.5.4 Газоохладитель

Газоохладитель (см. чертеж 736-3) представляет собой корпус, состоящий из двух секций, соединенных коллекторами. Теплообменными элементами являются продольно-оребранные алюминиевые трубы.

Через входной коллектор воздух из газоохладителя проходит по секциям двумя параллельными потоками, которые объединяются в выходном коллекторе.

Внутри секции воздух движется в сечении, образованном наружной поверхностью оребренной трубы и внутренней поверхностью корпуса (трубы).

Вода через входные патрубки поступает в кольцевой зазор, образованный внутренней поверхностью оребренной трубы и наружной поверхностью трубы-наполнителя, и охлаждает теплообменную трубу. Слив воды осуществляется через трубу-наполнитель.

1.5.5 Маслоохладитель

Маслоохладитель (см. чертеж 736-8) представляет собой кожухотрубный теплообменный аппарат горизонтального исполнения с неподвижной трубной доской и предназначен для охлаждения масла систем впрыска, смазки и уплотнения. Тепло от масла отводится водой.

Маслоохладитель состоит из следующих основных частей: батареи трубной, двух торцевых крышек. Батарея трубная набрана из гладких стальных труб. Соединение труб с доской трубной выполнено при помощи развальцовки. Поперечные перегородки типа «диск-кольцо» создают многократно-перекрестный ток масла. Отверстия, заглушенные пробками в верхней и нижней части торцевых крышек, служат соответственно для удаления воздуха при заполнении полостей маслоохладителя водой и слива воды.

1.5.6 Влагоотделитель

Влагоотделитель представляет собой емкость, с развитой поверхностью конденсации. Сконденсировавшаяся влага удаляется в автоматическом режиме при помощи поплавковой системы, или в ручном режиме.

1.5.7 Клапан минимального давления

Клапан минимального давления КД предназначен для поддержания давления воздуха в системе установки 0,35...0,45МПа (3,5...4,5 кгс/см²), необходимого для подачи масла к компрессору.

1.5.8 Устройство муфты упругой, фильтра воздушного, фильтр сепаратора, приведено на соответствующих рисунках и чертежах:

- рисунок 5 - муфта упругая;
- рисунок 6 - фильтр воздушный;

1.5.9 Система автоматизации (СА)

1.5.9.1 СА предназначена для управления работой компрессорной установки (КУ) и контроля параметров в одном из двух режимов управления:

- ручном: регулирование производительности – переключение режимов нагрузка-разгрузка – автоматически по датчику давления в выходном трубопроводе КУ либо вручную со щита управления (ЩКУ);
- автоматическом: регулирование производительности – переключение режимов нагрузка-разгрузка – только автоматически по датчику давления в выходном трубопроводе КУ с функцией автоматического включения/отключения компрессора, либо по сигналам с КСА УКС – комплексной системы автоматического управления компрессорной станцией.

Примечание: все обозначение элементов соответствуют схемам электрическим 736-1Э2, 736-1Э3, 736-1Э4, 736-1Э5, перечню элементов 736-1ПЭ3.

1.5.9.1.1 Для каждого режима управления предусмотрено два подрежима: "Основной" и "Операционный".

- в ручном-операционном подрежиме управление компрессорной установкой производится пооперационно с ЩКУ, автоматическое регулирование производительности КУ не предусмотрено (предназначен для наладки КУ при испытаниях и пуско-наладочных работах);
- в ручном-основном подрежиме управление КУ производится с ЩКУ, регулирование производительности КУ производится автоматически;

- в автоматическом-операционном подрежиме управление КУ производится с КСА УКС;
- в автоматическом-основном подрежиме управление КУ производится автоматически по сигналам с датчика давления, установленного в выходном трубопроводе с функцией автоматического включения/отключения компрессора.

1.5.9.1.2 Система автоматизации осуществляет следующие функции:

- Управление пуском и остановкой приводного электродвигателя (ГД);
 - Плавный пуск приводного электродвигателя с ограничением пускового тока;
- Визуальный контроль основных параметров:
- по температуре нагнетания компрессора,
 - по давлению нагнетания компрессора,
 - по температуре масла после фильтра,
 - по давлению масла после фильтра;
 - по температуре подшипника приводного электродвигателя;
 - по давлению охлаждающей воды на входе в охладитель;
 - по давлению в сети потребителя (параметр – давление конечное);
 - время общего времени наработки установки в часах (на панели оператора на ЩКУ);
 - ток, потребляемый электродвигателем (на пульте устройства плавного пуска на двери ЩСА);
- Автоматическое регулирование производительности КУ с функцией автоматического отключения;
 - Задание оператором параметров автоматического регулирования производительности;
 - Ручное и автоматическое управление электромагнитным клапаном на линии всасывания КУ;
 - Экстренную остановку приводного электродвигателя кнопками «Аварийный стоп»;
 - Автоматическое (аварийное) отключение приводного электродвигателя (останов работы КУ) при выходе параметров работы за зону предельно допустимых значений и сохранение информации о причине аварийного отключения:
 - по температуре нагнетания компрессора – выше 110 °С;
 - при неисправности датчика температуры нагнетания ВК1;
 - по температуре подшипника приводного электродвигателя – выше 100 °С;
 - при неисправности датчика температуры подшипника ВК3;
 - по давлению нагнетания компрессора – более 0,9 МПа;
 - при неисправности датчика давления нагнетания ВР2;
 - по электрической защите приводного электродвигателя (в том числе по температуре обмоток).
 - Внешнюю аварийную световую и звуковую сигнализацию при аварийном отключении, световую аварийную сигнализацию на ЩКУ;
 - Предупредительную световую и звуковую сигнализацию, предупредительную световую сигнализацию на ЩКУ при значении параметров:
 - перепад давления на фильтре масла – более 0,2 МПа;
 - перепад давления на маслоотделителе – более 0,05 МПа;
 - снижение значения давления воды на входе в охладитель менее 0,15 МПа;
 - Квитирование звуковой предупредительной и аварийной сигнализации;
 - Запрет (блокировка) пуска установки в работу при следующих ситуациях:

- давление воды на входе в охладитель менее 0,15 МПа;
- давление воздуха в выходном трубопроводе КУ больше максимальной уставки давления конечного;
- аварийное значение параметров, по которым производится аварийное отключение;
- неисправность датчика ВК1 (температура нагнетания);
- неисправность датчика ВК3 (температура подшипника);
- неисправность датчика ВР2 (давление нагнетания).

1.5.9.2 Система автоматизации компрессорной установки состоит из четырех основных частей:

- щит силовой аппаратуры (ЩСА): располагается отдельно от КУ, расположение определяет заказчик, содержит силовую коммутационную аппаратуру управления, питания и защиты электродвигателя установки и системы автоматизации;
- датчики и преобразователи: располагаются на различных узлах установки в местах контроля, служат для передачи информации о текущем состоянии соответствующего параметра в виде электрических сигналов для обработки контроллером в щите контроля и управления;
- щит контроля и управления (ЩКУ): располагается непосредственно на КУ, содержит приборы управления установкой, контроля и сигнализации параметров;
- приборы внешней световой и звуковой сигнализации – звуковой сигнализатор (ревун) и светофор, расположенные отдельно от установки в машинном зале, точное расположение определяет и установку этих приборов осуществляет Заказчик.

1.5.9.3 Щит силовой аппаратуры (ЩСА).

Конструктивно ЩСА представляет собой металлический шкаф с дверью, габариты 800×1608×520 мм.

Выключатель QF1 – вводной выключатель силовых цепей питания электродвигателя компрессорной установки, установлен ЩСА. Выключатель обеспечивает электромагнитную и тепловую защиту подключаемого оборудования, имеет нулевой расцепитель напряжения 220В, использующийся для внешнего управления выключателем. Выключатель также имеет дистанционный ручной привод включения-отключения через дверь. На вводные клеммы этого выключателя Заказчиком подключается кабель питания от силовой электрической цепи предприятия: 3 PEN 50Гц 380В. Рекомендуемый тип и сечение подключаемого кабеля приведено в схеме электрической подключений 736-1Э5.

Выключатель SF1 расположен на двери щита, предназначен для включения питающей цепи ~220В системы автоматизации (СА). О включении питания СА сигнализирует лампа Н1 «СЕТЬ».

Для управления работой электродвигателя компрессорной установки применено устройство плавного пуска – А1. Устройство плавного пуска так же предназначено для снижения пусковых перегрузок электродвигателя и электрической сети, для защиты от короткого замыкания, защиты электродвигателя при нарушении штатных режимов работы питающей электросети.

Для индикации параметров работы главного двигателя используется выносной пульт управления устройства плавного пуска, расположенный на двери щита. Устройство плавного пуска в составе щита поставляется полностью настроенным под имеющийся тип электродвигателя компрессорной установки.

Автоматический выключатель SF2 предназначен для защиты цепей управления системы автоматизации.

Блок зажимов ХТ1 предназначен для подсоединения электрических цепей щита к электрическим кабелям, использующимся для подключения других частей СА установки.

1.5.9.4 Датчики и преобразователи системы автоматизации.

Наименование, расположение и назначение датчиков и преобразователей представлено в таблице 2. Обозначение датчиков соответствует схеме функциональной 736-1Э2.

Таблица 2

Параметр	Обозначение места установки	Расположение	Функциональное назначение	Вид соединителя	Место внешнего подключения
1	2	3	4	5	6
Температура нагнетания компрессора	ТМ1 (термопреобразователь ВК1)	На выходном патрубке камеры нагнетания компрессора	Визуальный контроль, аварийное отключение и сигнализация	Электрический кабель	Аппаратура щита контроля и управления (ЩКУ)
Температура масла (после фильтра)	ТМ2 (термопреобразователь ВК2)	На выходной трубе из фильтра масла на впрыск	Визуальный контроль	Электрический кабель	Аппаратура щита контроля и управления (ЩКУ)
Температура подшипника электродвигателя *	ТМ3 (датчик ВК3)	Камера переднего подшипника электродвигателя	Визуальный контроль, аварийное отключение и сигнализация	Электрический кабель	Аппаратура щита контроля и управления (ЩКУ)
Давление масла (после фильтра)	Д2	На выходной трубе фильтра масла	Отбор давления	Металлическая трубка	Тройник на ЩКУ на датчик-реле SP2
	(манометр ВР2)	На лицевой панели ЩКУ	Визуальный контроль	Металлическая трубка	—
Давление воды в охладителе	Д5	На корпусе маслоохладителя	Отбор давления	Металлическая трубка	Тройник на ЩКУ на датчик-реле SP3
	(манометр Мн3)	На лицевой панели ЩКУ	Визуальный контроль	Металлическая трубка	—
	(дискретный датчик -реле давления SP3)	На задней стенке ЩКУ	Запрет пуска предаварийная сигнализация	Подвод-металлическая трубка, отвод-электрический кабель	Аппаратура ЩКУ

Продолжение таблицы 2

Параметр	Обозначение места установки	Расположение	Функциональное назначение	Вид соединителя	Место внешнего подключения
1	2	3	4	5	6
Давление конечное	Д3	Выходной трубопровод установки	Визуальный контроль Регулирование производительности	Металлическая трубка	Датчик давления ВР1 на ЩКУ
Перепад давлений	Д2	см. выше	см. выше	см. выше	см. выше
масло-газ на фильтре масла	Д4 (дискретный датчик -реле разности давлений SP3)	Труба из маслоотделителя в фильтр масла На задней стенке ЩКУ	предаварийная сигнализация	Металлическая трубка Подвод-металлическая трубка, отвод-электрический кабель	Датчик-реле SP2 на ЩКУ Аппаратура ЩКУ
Перепад давлений на фильтре маслоотделителя	Д1 Д5 (дискретный датчик -реле разности давлений SP1)	см. выше крышке маслоотделителя На задней стенке ЩКУ	см. выше Отбор давления предаварийная сигнализация	см. выше Металлическая трубка Подвод-металлическая трубка, отвод-электрический кабель	см. выше Датчик-реле SP1 на ЩКУ Аппаратура ЩКУ
Регулирование производительности	ВН1 (исполнительное устройство-всасывающий клапан с электромагнитным приводом)	На линии всасывания	Обеспечение режима работы	Электрический кабель	Аппаратура ЩКУ
Контроль температуры обмоток главного электродвигателя	Электродвигатель М1 (позисторы встроены в электродвигатель)	Выход контактов-клеммная коробка электродвигателя	Аварийное отключение и сигнализация устройством плавного пуска	Электрический кабель	В щит силовой аппаратуры (ЩСА)

ля**

Примечания:

* – при наличии встроенного датчика температуры подшипника;

** – при наличии позисторов, встроенных в электродвигатель.

1.5.9.5 Щит контроля и управления.

Щит контроля и управления (ЩКУ) имеет металлический корпус и располагается на кожухе компрессорной установки.

Приборы, установленные на лицевой панели ЩКУ имеют следующее назначение:

- Графическая панель оператора, предназначена: для индикации состояния КУ по контролируемым параметрам, индикации времени наработки КУ, для настройки и отображения параметров регулирования производительности.
- Индикаторная лампа Н2 "ГД ВКЛЮЧЕН" сигнализирует о включении электродвигателя.
- Индикаторная лампа Н3 "РАЗГРУЗКА" сигнализирует о работе в режиме «РАЗГРУЗКА».
- Индикаторная лампа Н4 "АВТОМАТИЧЕСКИЙ" сигнализирует о работе установки в автоматическом режиме, прерывистое свечение данной лампы сигнализирует, что установка находится в режиме ожидания, и может включиться автоматически.
- Индикаторная лампа Н5 "АВАРИЯ" предназначена для аварийной и предупредительной световой сигнализации.
- Кнопка SB1 "ПУСК" предназначена для пуска КУ.
- Кнопка SB2 "СТОП" предназначена для останова КУ.
- Кнопка SB3 "РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ" предназначена для переключения режимов работы КУ (ручной или автоматический).
- Кнопка SB4 "РАЗГРУЗКА" предназначена для включения и выключения режима разгрузки КУ (холостой ход).
- Кнопка SB5 "АВАРИЙНЫЙ СТОП" при нажатии отключает питание электродвигателя и имеет механическую фиксацию нажатого состояния.
- Манометр Мн1 "ДАВЛЕНИЕ НАГНЕТАНИЯ" предназначен для визуального контроля значения давления нагнетания в патрубке компрессора.
- Манометр Мн2 "ДАВЛЕНИЕ МАСЛА" предназначен для визуального контроля значения давления масла в маслосистеме КУ.
- Манометр Мн3 "ДАВЛЕНИЕ ВОДЫ" предназначен для визуального контроля значения давления охлаждающей воды на входе в охладитель.
- Внутри ЩКУ расположен программируемый контроллер, в котором реализован алгоритм работы компрессорной установки.

1.5.9.6 Работа системы автоматизации.

Система автоматизации обеспечивает возможность работы компрессорной установки в двух режимах управления по выбору: ручной и автоматический. Переключение из одного режима работы установки в другой возможно в любой момент времени работы КУ и производится непосредственно на щите контроля и управления (ЩКУ) кнопкой "РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ".

В каждом режиме обеспечивается работа компрессорной установки в двух подрежимах по выбору: основной и операционный. Переключение подрежимов производится тумблером "ПОДРЕЖИМ ОСНОВНОЙ/ОПЕРАЦИОННЫЙ" на ЩКУ.

При нахождении установки в режимах работы «РУЧНОЙ/ОСНОВНОЙ» и "РУЧНОЙ/ОПЕРАЦИОННЫЙ" пуск установки в работу и останов производится кнопками с ЩКУ.

При нахождении установки в режиме работы «АВТОМАТИЧЕСКИЙ/ОСНОВНОЙ» пуск и останов установки производятся автоматически по сигналам датчика давления, контролирующего давление воздуха в выходном трубопроводе КУ.

При нахождении установки в режиме работы "АВТОМАТИЧЕСКИЙ/ОПЕРАЦИОННЫЙ" пуск установки в работу и останов производится по сигналам с КСА УКС.

1.5.9.6.1 Перед тем, как произвести пуск компрессорной установки, необходимо включить электропитание установки, для чего сначала следует перевести в положение "включено" выключатель питания системы автоматизации (SF1), расположенный на двери ЩСА, а потом перевести рукоять дистанционного привода основного выключателя (QF1) тоже на щите силовой аппаратуры из положения "0" в положение "1".

Внутри ЩСА должен быть включен автоматический выключатель SF2.

После включения электропитания на ЩСА горит лампа "СЕТЬ", на ЩКУ горит лампа "РАЗГРУЗКА", питание клапана всасывающего выключено (клапан находится в закрытом состоянии).

1.5.9.6.2 Перед первым пуском КУ необходимо произвести установку параметров регулирования производительности.

Для этого на панели оператора в окне установки параметров следует установить минимальное "min" и максимальное "max" значения давления в выходном трубопроводе установки, по которым будет осуществляться регулирование.

1.5.9.6.3 При работе установки автоматическое регулирование производится в режимах "РУЧНОЙ–ОСНОВНОЙ" и "АВТОМАТИЧЕСКИЙ–ОСНОВНОЙ":

- при достижении давления в выходном трубопроводе КУ максимального значения "max" производится переключение работы КУ в режим разгрузки (холостого хода) путем отключения питания всасывающего клапана ВН1, при этом включается лампа "РАЗГРУЗКА" на ЩКУ;
- при падении давления в выходном трубопроводе КУ до минимального значения "min" включается питание всасывающего клапана ВН1 (лампа "РАЗГРУЗКА" гаснет) и установка нагружается.

Давление в выходном трубопроводе установки (после обратного клапана) контролируется датчиком ВР1 (параметр – "ДАВЛЕНИЕ КОНЕЧНОЕ").

1.5.9.6.4 В режиме "АВТОМАТИЧЕСКИЙ–ОСНОВНОЙ" кроме автоматического регулирования путем переключения установки в режим холостого хода и обратно, осуществляется автоматический останов работы (выключение электродвигателя), если установка работает в состоянии разгрузки в течение 5 минут.

Через 10 минут после автоматического останова при условии снижения давления в выходном трубопроводе до минимального значения "min" производится автоматический пуск установки в работу.

1.5.9.6.5 В режиме "РУЧНОЙ–ОПЕРАЦИОННЫЙ" переключение в состояние разгрузки и обратно производится только вручную при нажатии кнопки "РАЗГРУЗКА" на ЩКУ, при отпускании кнопки происходит обратное переключение в состояние нагрузки.

В режиме "АВТОМАТИЧЕСКИЙ–ОПЕРАЦИОННЫЙ" переключение КУ в состояние холостого хода и обратно, а так же пуск и останов производятся по сигналам от внешней системы – КСА УКС.

1.5.9.6.6 Пуск установки в работу при любом режиме управления возможен только по истечении 600 секунд (10 минут) после включения питания или с момента останова. Текущий отсчет времени индицируется на дисплее панели оператора на ЩКУ от 0 до 600 секунд, до достижения значения 600 секунд пуск установки в работу блокируется.

1.5.9.6.7 Пуск установки в работу в режиме управления "РУЧНОЙ–ОСНОВНОЙ" и "РУЧНОЙ–ОПЕРАЦИОННЫЙ" производится нажатием кнопки "ПУСК" на ЩКУ.

При отсутствии аварийных ситуаций и запретов (см. п.п. 1.5.1.1.2) происходит включение питания всасывающего клапана (гаснет лампа "РАЗГРУЗКА") и внешнего звукового сигнала, через 5 секунд звуковой сигнал отключается и производится включение и плавный разгон электродвигателя установки в течение 18 секунд (работает устройство плавного пуска в ЩСА). По окончании разгона выдается световой сигнал «ГД ВКЛЮЧЕН» на ЩКУ.

При наличии запрета на пуск установки в работу, причина запрета указывается на дисплее панели оператора на ЩКУ.

Действие запрета сохраняется до квитирования. Квитирование производится вручную нажатием кнопки «СТОП» на ЩКУ. Квитирование не производится, если причина действия запрета не исчезла.

1.5.9.6.8 Пуск в работу в режиме управления "АВТОМАТИЧЕСКИЙ–ОСНОВНОЙ" (при установке тумблера "ПОДРЕЖИМ" на ЩКУ в положение "ОСНОВНОЙ") производится последовательным нажатием кнопок "РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ" и "ПУСК" на ЩКУ. При этом после нажатия кнопки "РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ" включается и мигает лампа "АВТОМАТИЧЕСКИЙ" на ЩКУ.

После нажатия кнопки "ПУСК" включение установки происходит (при отсутствии запретов), если истекло время 600 секунд после включения питания (или после последнего останова) и при условии давления воздуха в выходном трубопроводе меньше установленного минимального значения "min".

После включения установки в работу в автоматическом режиме лампа "АВТОМАТИЧЕСКИЙ" на ЩКУ горит ровным светом.

1.5.9.6.9 При работе КУ обеспечивается отображение значений параметров работы (визуальный контроль):

- температура нагнетания компрессора, в °С (на дисплее панели оператора);
- температура масла после фильтра, в °С (на дисплее панели оператора);
- температура подшипника приводного электродвигателя, в °С (на дисплее панели оператора, при наличии встроенного в электродвигатель датчика температуры);
- давление нагнетания компрессора (на манометре на ЩКУ в кгс/см² и на дисплее панели оператора в МПа);
- давление в выходном трубопроводе установки (конечное) на дисплее панели оператора в МПа;
- давление масла после фильтра, в кгс/см² (на манометре на ЩКУ);
- давление воды на входе в охладитель, в кгс/см² (на манометре на ЩКУ);
- счет времени с момента включения питания или останова от 0 до 600 секунд (на дисплее панели оператора на ЩКУ);
- ток, потребляемый электродвигателем (на пульте устройства плавного пуска на двери ЩСА);
- общее время наработки установки в часах (на панели оператора на ЩКУ).

1.5.9.6.10 При нахождении установки в автоматическом режиме управления, выключение этого режима – переход в ручной режим, производится нажатием кнопки "РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ" на ЩКУ. При этом лампа "АВТОМАТИЧЕСКИЙ" гаснет.

При работающей установке перевод ее в ручной режим управления нажатием кнопки "РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ" не приведет к останову, установка будет продолжать работу при ручном режиме управления.

Если переключение в ручной режим было произведено когда установка не находилась в работе, то для включения установки следует нажать кнопку "ПУСК". Пуск при этом будет произведен, если 10 минут с момента останова уже истекли.

1.5.9.6.11 При работе установки система автоматизации выдает предупредительную световую сигнализацию (без останова работы) – мигает лампа "АВАРИЯ" на ЩКУ, выдается прерывистый внешний световой и звуковой сигнал при:

- перепаде давлений на фильтре масла более 0,2 МПа (контролируется датчиком-реле SP2);
- перепаде давлений на фильтре маслоотделителя более 0,05 МПа (контролируется датчиком-реле SP4);
- давление воды на входе в охладитель менее 0,15 МПа (контролируется датчиком SP3);
- отказ датчика давления воздуха в выходном трубопроводе установки.

Предупредительная сигнализация по перепадам давлений включается с 20-ти секундной задержкой после срабатывания соответствующего датчика-реле, чтобы исключить возможность ложного срабатывания. Выключается сразу, как только датчик-реле переключается обратно в исходное состояние.

Если установка находилась в режиме управления "АВТОМАТИЧЕСКИЙ" при любом подрежиме, отказ датчика давления воздуха в выходном трубопроводе приводит к переключению в режим управления "РУЧНОЙ" с сохранением подрежима по положению тумблера.

1.5.9.6.12 Система автоматизации в любом режиме работы реагирует на следующие аварийные ситуации:

- температура нагнетания выше 110 °С (датчик ВК1);
- температура подшипника выше 100 °С (датчик ВК3);
- давление нагнетания выше 0,9 МПа (датчик-реле SP3);
- электрическая защита главного двигателя;
- отказ датчика температуры нагнетания (ВК1);
- отказ датчика температуры подшипника (ВК3);
- отказ датчика давления нагнетания (ВР2).

При возникновении любой из вышеперечисленных аварийных ситуаций отключается электродвигатель КУ, включается лампа "АВАРИЯ", на панели оператора в соответствующем окне указывается причина аварийного останова, включается внешняя аварийная звуковая и световая сигнализация (выдается непрерывный звуковой и световой сигнал).

Снятие аварийной сигнализации осуществляется нажатием кнопки «СТОП» на ЩКУ после исчезновения причины аварийной ситуации.

Пуск установки в работу блокируется до истечения времени 10 минут после отключения электродвигателя.

1.5.9.6.13 Останов работы компрессорной установки во всех режимах производится путем нажатия кнопки "СТОП" на ЩКУ. При этом выключается питание всасывающего клапана для перевода установки в режим разгрузки, включается лампа "РАЗГРУЗКА" на ЩКУ, и через 10 секунд после нажатия кнопки "СТОП" электродвигатель отключается.

До выключения электропитания на ЩКУ лампа "РАЗГРУЗКА" остается включенной. Электропитание всасывающего клапана отключено.

Если установка находилась в режиме управления "АВТОМАТИЧЕСКИЙ" (при любом подрежиме) нажатие кнопки "СТОП" на ЩКУ кроме выключения приведет к переключению ее в режим управления "РУЧНОЙ" с сохранением выбранного подрежима по положению тумблера.

Если установка находится в режиме ожидания пуска при режиме управления "АВТОМАТИЧЕСКИЙ", нажатие кнопки "СТОП" также переключает ее в режим управления "РУЧНОЙ", ожидание пуска отключается.

1.5.9.6.14 Электрическая защита электродвигателя осуществляется устройством плавного пуска, установленным в щите силовой аппаратуры. При срабатывании электрической защиты автоматически отключается вводной автоматический выключатель в силовом щите (QF1).

При включении срабатывании электрической защиты внешняя световая и звуковая сигнализация не включается, присутствует световая сигнализация на ЩКУ.

При аварийном останове по электрической защите, аварийная сигнализация отключается только после отключения питания СА, для чего нужно выключить и снова включить автоматический выключатель питания СА (SF1) на двери щита силовой аппаратуры.

После включения питания СА пуск установки в работу возможно осуществить после истечения времени 10 минут с момента включения питания.

1.5.9.6.15 Во всех режимах работы возможно аварийное отключение компрессорной установки кнопкой аварийного отключения «АВАРИЙНЫЙ СТОП» на ЩКУ или кнопкой «АВАРИЙНЫЙ СТОП», установленной у выхода из машинного зала. При этом также отключается электродвигатель КУ, автоматически отключается вводной автоматический выключатель в силовом щите (QF1), внешняя световая и звуковая сигнализация не включается, присутствует световая сигнализация на ЩКУ.

В случае нажатия кнопок «АВАРИЙНЫЙ СТОП» при неработающей установке автоматически отключается вводной автоматический выключатель в силовом щите (QF1) и блокируется пуск установки в работу.

Пуск компрессорной установки невозможен до снятия аварийной сигнализации и до истечения 10 минут после снятия аварийной сигнализации.

Снятие защиты после нажатия кнопок "АВАРИЙНЫЙ СТОП" осуществляется (как и при электрической защите) только отключением/включением электропитания СА малым автоматическим выключателем на двери силового щита (SF1).

При этом, кнопки «АВАРИЙНЫЙ СТОП», зафиксированные в нажатом положении следует привести в отжатое положение.

1.5.9.6.16 Система автоматизации КУ предусматривает возможность подключения установки осушки воздуха. Включение и отключение установки осушки производится одновременно с включением и отключением главного двигателя компрессорной установки. В процессе работы установка осушки работает автономно по своим алгоритмам.

Система автоматизации КУ предусматривает возможность выдачи аварийного сигнала «ОБЩАЯ АВАРИЯ» во внешние цепи (сухой контакт).

Подключение указанных цепей производится силами заказчика согласно схем 736-1 Э3, 736-1 Э5.

1.6 Инструмент и принадлежности.

В комплект инструмента и принадлежностей входят приспособления, необходимые для технического обслуживания установки:

- приспособление для центровки полумуфт
- крюк для съема подшипников (рисунок);
- державка (рисунок);
- вороток (для проворота роторов);
- пята (для снятия и установки роликового подшипника) (рисунок);
- ключ для затяжки круглых гаек с рукояткой (рисунок 10);
- приспособление для стопорения роторов (рисунок 11);
- планки верхняя и нижняя (для выставки зазоров);
- втулки центрирующие (для установки подшипников) (рисунок);
- рым-болт М12 (для снятия и установки крышки маслоотделителя) .

1.7 Маркировка и пломбирование

1.7.1 Маркировка

Компрессорная установка снабжена фирменной табличкой и знаком соответствия.

1.7.2 Пломбирование

Пломбируются следующие узлы компрессорной установки:

- клапан предохранительный;
- разъем корпуса компрессора и крышки камеры нагнетания;
- двери кожуха звукозащитного.

Клапан предохранительный можно распломбировать в случае разрегулировки при его проверке. После регулировки его следует опломбировать и сделать запись в формуляре.

Распломбирование производится:

- разъемов корпуса компрессора только в случае разборки;
- дверей кожуха при установке на фундамент для монтажа.

1.8 Упаковка

Компрессорная установка упакована согласно описи укладок (упаковочной ведомости):

для КУ 21ВВ-40/9Н - 736 СЯ.

1.9 Транспортирование, хранение, расконсервация и консервация

1.9.1 Транспортирование.

Транспортирование возможно любым видом транспорта.

Условия транспортирования должны соответствовать группе 7 (Ж1), но для температуры окружающей среды от -20°С до 40°С, по ГОСТ 15150 в части воздействия климатических факторов, и группе 2 (С) по ГОСТ 23170 в части воздействия механических факторов.

1.9.2 Хранение.

Консервация и упаковка обеспечивают сохранность установки от коррозии в течение 15 месяцев с даты реализации с предприятия - изготовителя при соблюдении условий транспортирования и хранения.

Установка и ЗИП должны храниться в упакованном виде в закрытом сухом вентилируемом складском помещении по группе 1 (Л) ГОСТ 15150.

Каждые 15 месяцев производить переконсервацию установки.

1.9.3 Расконсервация

Расконсервация установки, полученной с предприятия-изготовителя:

Снять заглушки, после чего можно приступить к работам по монтажу установки.

Расконсервацию запасных частей, приспособлений и инструмента производить в следующем порядке:

- 1) снять оберточную бумагу;
- 2) погрузить детали, узлы, инструмент в масло, разогретое до температуры 60°С;
- 3) протереть ветошью ГОСТ4644, смоченной в уайт-спирите ГОСТ 3134;
- 4) просушить.

1.9.4 Консервация в условиях эксплуатации

Последовательность консервации внутренних полостей установки следующая:

- 1) залить в установку чистое рабочее масло;
- 2) произвести запуск установки на (10 - 15) минут;
- 3) остановить установку, слить масло из маслоотделителя, коммуникаций, маслоохладителя.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ после проведения консервации проворачивать роторы.

4) закрыть запорную арматуру, а в случае отсоединения трубопроводов на фланцы и патрубки установить заглушки с прокладками.

5) все наружные неокрашенные поверхности установки покрыть слоем консервационной смазки ПВК ГОСТ 19537. Смазка ПВК перед нанесением на поверхность станции должна иметь температуру не ниже 80°С.

Срок действия консервации 15 месяцев.

Следите за состоянием окрашенных поверхностей и, при необходимости, производите подкраску эмалью соответствующей марки и цвета.

1.9.5 Технология подкраски:

- 1) зачистить поврежденные участки наждачной бумагой;
- 2) протереть салфеткой, смоченной уайт-спиритом;
- 3) протереть чистой сухой салфеткой и просушить до полного высыхания;
- 4) нанести кистью эмаль соответствующего цвета и марки;
- 5) просушить эмаль на воздухе.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Параметры и характеристики работы установки не должны выходить за предельные значения, указанные в таблице 3.

Таблица 3

		Интервал рабочих значений		
--	--	---------------------------	--	--

Наименование параметра, характеристики	Обозначение датчика (точки)	Наименьшее	Наибольшее	Предельное значение (значение)	Действие системы автоматизации, вид контроля
1	2	3	4	5	6
1. Давление нагнетания, МПа (кгс/см ²)	ВР2 (Д1) Мн1 (Д1)	0,49 (5,0)	0,83 (8,5)	0,88 (9,0)	Аварийное отключение Визуальный контроль
2. Давление масла после маслофильтра, МПа (кгс/см ²)	Мн2 (Д2)				Визуальный контроль
3. Давление конечное Рк, МПа (кгс/см ²)	ВР1 (Д3)	0,49 (5,0)	0,78 (8,0)	max=Рк min=Рк-(0,5...1,0) кгс/см ²	Регулирование производительности
4. Давление воды на входе в охладитель, МПа (кгс/см ²)	SP3 (Д5) Мн3 (Д5)				Запрет пуска Предупредительная сигнализация Визуальный контроль
5. Температура нагнетания (на выходе из компрессора), °С	ВК1 (ТМ1)	не регламентируется	105	110	Визуальный контроль Аварийное отключение.
6. Температура масла на впрыск, °С	ВК2 (ТМ2)	не регламентируется	90		Визуальный контроль
7. Температура подшипника ГД, °С	ВК3 (ТМ3)	не регламентируется	100	100	Визуальный контроль

Продолжение таблицы 3

Наименование параметра, характеристики	Обозначение датчика (точки контроля)	Интервал рабочих значений		Предельное значение (значение срабатывания-уставка)	Действие системы автоматизации, вид контроля
		Наименьшее	Наибольшее		
1	2	3	4	5	6
8. Перепад давления на фильтрах маслоотделителя, МПа (кгс/см ²)	SP1 (Д1, Д5)	-	0,05	0,05	Предупредительная сигнализация

9. Перепад давления на фильтре масла, МПа (кгс/см ²)	SP2 (Д2, Д4)	-	0,2	0,2	Предупредитель- ная сигнализация
--	--------------	---	-----	-----	----------------------------------

Примечание: обозначения датчиков и точек контроля даны согласно схемы 736-1 Э2 и 736 С3.

2.1.2 Всасываемый воздух должен отвечать следующим требованиям:

- | | |
|---|------------------|
| а) относительная влажность, % | |
| - при 20 ⁰ С | 80 |
| - предельная при 25 ⁰ С | 100 |
| б) запыленность, мг/м ³ , не более | 2 |
| в) не должен содержать капельную жидкость. | |
| г) температура ⁰ С | От минус10 до 40 |

Примечание : при отрицательных температурах снизить максимальное давление нагнетания до 0,7 МПа.

2.1.3 Эквивалентный уровень звука на рабочем месте не должен превышать 80 дБА.

Допускаемое время пребывания у работающей установки без индивидуальных средств защиты от шума – 1 час в смену. Обслуживающий персонал, находящийся у работающей установки больше указанного времени, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051.

2.1.4 Среднее квадратическое значение виброскорости, измеренное на опорах рамы, не должно превышать 4,5 мм/с.

2.1.5 ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- смешивать различные марки масел!
- использовать масла с показателями выходящими за предельные (п. 3.2.2).

2.2 Меры безопасности

2.2.1 К самостоятельному техническому обслуживанию допускаются лица не моложе 18 лет, годные по состоянию здоровья, обученные по соответствующей программе и имеющие удостоверение квалификационной комиссии на право обслуживания компрессорных установок.

Персонал допущенный к обслуживанию установки должен обладать знаниями ниже приведенных документов.

Работу по монтажу и обслуживанию СА и электрооборудования разрешается выполнять лицам, имеющим специальную подготовку и допуск к эксплуатации установок напряжением до 1000 В.

Обслуживающий персонал должен быть обеспечен специальной одеждой в соответствии с Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации №51 от 18 декабря 1998г с изменениями и дополнениями №39 от 29 октября 1999г.

Монтаж, эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт компрессорной установки необходимо осуществлять в соответствии со следующими нормативно-техническими документами:

- инструкцией по технике безопасности, действующей на предприятии, эксплуатирующем установку;
- ПБ 03-581-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов»;
- ПБ 03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»;
- «Правила эксплуатации электроустановок потребителей»;
- ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00;
- «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ);

- ГОСТ 10434;
- ГОСТ 12.2.016
- ГОСТ РМЭК 60204-1
- Эксплуатационной документацией согласно ведомости 736 ВЭ – для КУ 21ВВ-40/9Н.

2.2.2 Для выполнения ремонтных работ должны быть предусмотрены специальные площадки, оборудованные соответствующими устройствами и средствами механизации, согласно действующему ПБ 10-382-00 "Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов".

2.2.3 Все ремонтные, профилактические и т.п. работы должны производиться при отключенном питании СА и электрооборудования. Необходимо вывесить табличку «**Не включать- работают люди**».

2.2.4 Настройка приборов должна производиться в соответствии с инструкциями по монтажу и эксплуатации, прилагаемыми к ним заводами - изготовителями, а отладка всей системы - по схемам и чертежам.

Запрещается работа без инструкций, схем и чертежей.

При работе с электрическими приборами необходимо пользоваться инструментом и другими приспособлениями с изолированными ручками, прошедшими соответствующие испытания.

Запрещается проводить сварочные работы без отключения питания установки.

2.2.5 Установка должна быть заземлена согласно указаниям на чертежах и требованиях "Правил устройства электроустановок"(ПУЭ) .

2.2.6 Перед отсоединением какой-либо детали, разъединением стыка воздушно-масляной, водяной системы убедитесь в отсутствии избыточного давления в системах. Избыточное давление стравите, предварительно закрыв задвижки и вентили, соединяющие установку с внешними коммуникациями.

2.2.7 Запрещается производить запуск установки при наличии течи масла или разлитого масла на площадке обслуживания.

2.2.8 Во время проведения регламентных или ремонтных работ перед прокручиванием роторов компрессора "вручную" с помощью воротка, необходимо принять меры по блокированию запуска установки:

- снять напряжение питания КУ;
- на щит силовой вывесить табличку "**Не включать - работают люди**".

2.2.9 Запрещается включать в работу установку после отключения по аварийному срабатыванию системы защиты до тех пор, пока не будет обнаружена и устранена неисправность.

2.2.10 Обтирочные материалы, инструмент и т.п. необходимо хранить в закрытом ящике в специальном месте. Горюче-смазочные вещества должны храниться в специально отведенном месте.

2.2.11 Запрещается производить на ходу всякого рода исправления, ремонт и чистку движущихся частей, подтяжку болтовых соединений.

2.2.12 При работе установки в автоматическом режиме на установке необходимо вывесить предупредительную табличку с надписью «**ВНИМАНИЕ! Компрессор может включиться автоматически**».

2.3 Подготовка изделия к использованию

2.3.1 Размещение и монтаж компрессорной установки производить согласно рисунка 1,2, эксплуатационной документации на систему автоматизации, настоящему руководству и проекту привязки КУ к местным условиям.

2.3.2 Перед монтажом трубопроводов, подводимых к установке, внутренние поверхности труб должны быть очищены от сварочного грата, окалины, ржавчины, металлических брызг и грязи.

При сборке коммуникаций натяг между трубопроводами и оборудованием не допускается.

2.3.3 Установка должна быть обеспечена всеми необходимыми расходными эксплуатационными материалами и электроэнергией.

2.3.4 Кнопка (пост управления) SB7 "Аварийный стоп" (входит в объем поставки) установить у выхода из машинного зала.

2.3.5 В соответствии со схемой электрических подключений 732-1 Э5, с учётом конструкции выводов подключаемого оборудования, изготовить, проложить и подключить следующие кабели:

- силовые, соединяющие щит силовой с электропитающей сетью 0,4 кВ, и щит силовой с электродвигателем компрессорной установки;
- контрольный, соединяющий щит силовой с электродвигателем компрессорной установки;
- контрольный, соединяющий кнопку SB7 «Аварийный стоп» с щитом силовым, сняв перемычку П1 на клеммнике в силовом щите;
- контрольный, соединяющий звуковой сигнализатор НА1 и светофор НЛ1 с щитом силовым;
- контрольные, соединяющие щит контроля и управления с щитом силовым;
- заземляющий, соединяющий КУ с заземляющим контуром.

Сечение проводников для подключения электрооборудования установки должны соответствовать требованиям ПУЭ по нагреву и проверены на потерю напряжения.

Примечание – Указанные контрольные и силовые кабели в объем поставки не входят.

2.3.6 Провести внешний осмотр соединений и аппаратуры, обращая особое внимание на чистоту контактных соединений и моменты затяжки крепежных изделий.

2.3.7 Проверить сопротивление изоляции (согласно п. 3.4.3). Оно должно быть не менее 10 МОм.

2.3.8 ЩА, установка и другое электрооборудование контроля и управления должны быть надежно заземлены согласно ПУЭ.

Проверить наличие цепей между заземлителями и заземляющими элементами. Проверить сечение, целостность и прочность проводников заземления и зануления, их соединений и присоединений. Проверить зануление электродвигателя установки. Сопротивление цепей зануления и заземления электрооборудования должно быть не более 4 Ом.

2.3.9 Выполнить поверку приборов указанных в формуляре.

2.3.10 Проверить значения уставок на приборах согласно таблицы 3

2.3.11 Проверить уровень рабочего масла в маслоотделителе. При необходимости долить до необходимого уровня.

2.3.12 Залить через отверстие в компрессоре Г (рисунок 2) 2-5л масла и провернуть роторы.

2.3.13 Проверить правильность включения электродвигателя в сеть.

Для этого сначала следует включить электропитание установки:

- включить малый автоматический выключатель SF2, находящийся внутри щита силового;
- включить на двери щита силового малый автоматический выключатель питания системы автоматизации;
- включить вводной автомат, для чего перевести рукоятку дистанционного привода основного выключателя, тоже на двери щита силового, из положения "0" в положение "1".

После загрузки контролера на панели оператора будет индицироваться отсчет времени от 0 до 600 секунд, пуск электродвигателя установки возможен по достижении отсчета 600 секунд.

Кратковременно нажать на кнопку «ПУСК» - после 5-ти секундного интервала начинает разгоняться электродвигатель установки - время работы электродвигателя должно быть в пределах 2-3 секунд, при этом производить остановку электродвигателя кнопкой «АВАРИЙНЫЙ СТОП», правильное направление вращения вала по часовой стрелке, если смотреть на вал электродвигателя со стороны компрессора. Для изменения направления вращения необходимо поменять местами подключение любых двух проводов силового кабеля силовом щите на выходе устройства плавного пуска или на входных клеммах в клеммной коробке электродвигателя. Указанное переключение производить при выключенном вводном автоматическом выключателе.

2.4 Пуск и остановка

2.4.1 Включение и выключение электропитания.

Перед включением электропитания включить малый автоматический выключатель SF2, находящийся внутри нижней части щита силового.

На двери щита автоматизации перевести в положение “включено” малый автоматический выключатель питания системы автоматизации. При этом должна загореться лампа «СЕТЬ», сигнализирующая о наличии сетевого напряжения для питания системы автоматизации.

Включить вводной автомат, для чего перевести рукоять дистанционного привода основного выключателя, тоже на двери щита силового, из положения "0" в положение "1".

2.4.2 Пуск установки.

2.4.2.1 После включения электропитания СА автоматическим выключателем SF1 на щите горит лампа «РАЗГРУЗКА» (электропитание клапана управления отключено). На панели оператора на ЩКУ после загрузочных сообщений присутствует отсчет времени от 0 до 600 секунд. По достижении отсчета значения 600 секунд можно произвести пуск установки при ручном режиме управления.

Перед первым пуском КУ необходимо ввести значения давления в выходном трубопроводе установки для регулирования производительности. Значения вводятся в соответствующем окне дисплея панели оператора на ЩКУ, единицы измерения – МПа.

Выбор соответствующего окна производится кнопками "→" (вперед) и "←" (назад) на самой панели. Номера кнопок указаны на экране.

Необходимо ввести два значения (уставки) давления:

1. Максимальное (max) – значение давления в выходном трубопроводе установки, при котором должно происходить переключение установки в режим разгрузки (холостого хода).
2. Минимальное (min) – значение давления в выходном трубопроводе установки, при котором должно происходить переключение установки из режима разгрузки в рабочий режим нагрузки.

Выбор нужного числа производится увеличением или уменьшением уже введенного числа соответствующими кнопками увеличения или уменьшения, номера кнопок указаны тут же на экране.

После ввода значений давлений для регулирования производительности следует переключить дисплей на основное окно.

2.4.2.2 Для пуска установки в работу при ручном режиме (после отсчета 600 секунд) следует нажать кнопку «ПУСК» на ЩКУ. Тумблер переключения подрежимов может находиться в любом положении.

После нажатия кнопки «ПУСК», при отсутствии аварийных ситуаций и запретов пуска, происходит включение питания всасывающего клапана (гаснет лампа "РАЗГРУЗКА") и внешнего звукового и светового сигнала, через 5 секунд внешний звуковой и световой сигнал отключается и производится включение и плавный разгон электродвигателя установки в течение 18 секунд (работает устройство плавного пуска в ЩСА). По окончании разгона электродвигателя выдается световой сигнал «ГД ВКЛЮЧЕН» на ЩКУ.

При не включении по какой-либо причине электродвигателя после нажатия кнопки «ПУСК» причина запрета пуска отображается на панели оператора на ЩКУ.

Запрет пуска установки происходит при следующих ситуациях:

- давление воды на входе в охладитель менее 0,15 МПа;
- давление воздуха в выходном трубопроводе КУ больше максимальной уставки;
- аварийное значение параметров, по которым производится аварийное отключение – см. п.п 1.5.1.1.2;
- неисправность датчика ВК1 (на температуре нагнетания);
- неисправность датчика ВК3 (на температуре подшипника);
- неисправность датчика ВР2 (на давлении нагнетания).

После устранения условий, при которых сохраняется действие запретов, следует произвести квитирование вручную нажатием кнопки «СТОП» на ЩКУ. Квитирование не производится, если причина действия запрета не исчезла.

2.4.2.3 Для пуска установки при автоматическом режиме управления следует переключить тумблер "ПОДРЕЖИМ" на ЩКУ в положение "ОСНОВНОЙ".

Нажать кнопку "РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ" на ЩКУ для переключения в автоматический режим управления, лампа "АВТОМАТИЧЕСКИЙ" на ЩКУ должна включиться.

Для подтверждения пуска установки при автоматическом режиме управления следует нажать кнопку "ПУСК" на ЩКУ, при этом лампа "АВТОМАТИЧЕСКИЙ" начинает светиться прерывистым светом.

Пуск КУ в автоматическом режиме будет произведен при выполнении двух условий:

1. Истекло время 600 секунд с момента включения питания или останова КУ.
2. Значение давления воздуха в выходном трубопроводе меньше минимальной уставки.

Таким образом, автоматический пуск установки при режиме управления "АВТОМАТИЧЕСКИЙ–ОСНОВНОЙ" будет произведен сразу после подтверждения пуска – нажатия кнопки "ПУСК", если к этому моменту выполнены два указанных выше условия.

В автоматическом режиме если не выполнены условия автоматического пуска, лампа "АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ" на ЩКУ мигает, показывая, что включен автоматический режим и установка находится в режиме ожидания автоматического пуска.

После пуска установки при работе в автоматическом режиме лампа "АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ" горит постоянным светом.

Действие запретов пуска установки в автоматическом режиме соответствует действию запретов для пуска установки в работу при ручном режиме (см. п. 2.4.2.2).

2.4.3 Работа КУ.

2.4.3.1 Во время работы КУ автоматическое регулирование производительности осуществляется при любом режиме управления, только в подрежиме "ОСНОВНОЙ". Регулирование производится отключением электропитания всасывающего электромагнитного клапана ВН1. При отключении питания клапана КУ переходит в режим «РАЗГРУЗКА», при этом на ЩКУ включается лампа «РАЗГРУЗКА» и производительность КУ снижается.

При включении питания клапана установка переходит в режим нагрузки, при этом лампа «РАЗГРУЗКА» на ЩКУ выключается и производительность установки увеличивается.

Включение и отключение питания клапана производится по значению давления воздуха в выходном трубопроводе установки в зависимости от заданных минимального и максимального значений (см. п. 2.4.2.1)

2.4.3.2 В режиме "РУЧНОЙ–ОПЕРАЦИОННЫЙ" можно переключить установку в режим разгрузки (холостого хода) кнопкой "РАЗГРУЗКА" на ЩКУ – при этом также включается лампа "РАЗГРУЗКА", отключается питание клапана и производительность установки снижается. При отпускании кнопки "РАЗГРУЗКА" лампа гаснет, питание клапана включается и установка переходит обратно в режим нагрузки.

В режиме "АВТОМАТИЧЕСКИЙ–ОПЕРАЦИОННЫЙ" переключение установки в режим разгрузки и обратно происходит по командам от внешней управляющей системы (КСА УКС, АСУТП и т.п.).

2.4.3.3 Для перевода установки в автоматический режим управления при работе установки следует нажать кнопку "РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ" на ЩКУ, при это на ЩКУ включается лампа "АВТОМАТИЧЕСКИЙ" и горит постоянным светом.

При автоматическом режиме управления при непрерывном нахождении установки в режиме разгрузки (по максимальному значению давления в выходном трубопроводе) в течение 5 минут происходит автоматический останов работы установки с выключением электродвигателя. При этом лампа "АВТОМАТИЧЕСКИЙ" начинает мигать, сигнализируя о возможном автоматическом пуске установки в работу. На панели оператора присутствует отсчет времени от 0 до 600 секунд.

Автоматический пуск установки в работу происходит не раньше чем через 600 секунд (10 минут) после останова при условии значения давления воздуха в выходном трубопроводе меньше минимальной уставки.

2.4.5 Аварийный останов.

Аварийный останов работы (отключение электродвигателя) происходит при любом режиме управления при возникновении аварийных ситуаций, описанных в п.1.5.1.6.12. При аварийном останове включается внешняя аварийная световая и звуковая сигнализация (непрерывный сигнал), на ЩКУ горит лампа "АВАРИЯ".

Нажатие кнопки "СТОП" на ЩКУ отключает внешний аварийный звуковой и световой сигнал, даже если причина аварии не исчезла, лампа "АВАРИЯ" на ЩКУ при этом не отключаются, пуск установки в работу блокирован.

Пуск установки в работу блокируется до истечения времени 600 секунд после отключения электродвигателя в любом случае.

Если причина аварийного останова исчезла, следует нажатием кнопки «СТОП» на ЩКУ отключить лампу "АВАРИЯ", после чего возможно произвести пуск установки в работу, но не ранее чем через 600 секунд после останова.

Во всех режимах работы возможно аварийное отключение компрессорной установки кнопкой аварийного отключения «АВАРИЙНЫЙ СТОП» на ЩКУ или кнопкой «АВАРИЙНЫЙ СТОП», установленной у выхода из машинного зала.

При срабатывании электрической защиты или при нажатии кнопок "АВАРИЙНЫЙ СТОП" происходит автоматическое отключение вводного автоматического выключателя (QF1) в щите силовом и соответственно, отключение электропитания электродвигателя установки (смотри п.п. 1.5.1.6.14).

Для снятия аварии по электрической защите или после нажатия кнопок "АВАРИЙНЫЙ СТОП" следует произвести отключение питания системы автоматизации малым автоматическим выключателем (SF1) на двери силового щита. Снова включить SF1 и только после включения SF1 включить основной вводной автоматический выключатель (QF1) рукоятью на двери силового щита. При этом, если кнопки «АВАРИЙНЫЙ СТОП» зафиксированы в нажатом положении, их необходимо вернуть в отжатое положение до включения питания.

После включения питания СА пуск установки в работу возможно осуществить после истечения времени 600 секунд с момента включения питания.

По предупредительной сигнализации описанной в п.п 1.5.1.6.11, аварийный останов не происходит.

2.4.6 После завершения работы установки выключение электропитания производить выключателями на щите силовом в следующей последовательности:

- сначала выключить вводной автоматический выключатель QF1 рукоятью на двери силового щита – перевести в положение «0»;
- после выключить малый автоматический выключатель SF1 на двери силового щита.

Работа системы автоматизации подробно описывается в п.п. 1.5.1.

2.5 Возможные неисправности и методы их устранения.

2.5.1 Возможные неисправности и методы их устранения приведены в таблице 4

Таблица 4

Наименование неисправностей; внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
1 Повышение температуры нагнетания выше 110°C	Увеличен торцевой зазор в компрессоре со стороны нагнетания	Проверить состояние подшипниковых узлов со стороны нагнетания, затяжку гаек. Выставить торцевой зазор в пределах 0,04-0,06 мм.
	Засорены фильтр масла	Заменить фильтр
	Загрязнены теплообменные поверхности маслоохладителя, уменьшен расход воды	Очистить наружную и внутреннюю поверхность трубок маслоохладителя, внутреннюю поверхность труб входа и выхода воды
	Низкий уровень масла в маслоотделителе	Долить масло
	Пониженный расход масла на впрыск из-за увеличенного сопротивления линии впрыска	Проверить достаточность проходных сечений по всей линии впрыска (наличие загрязнений). Устранить неисправность
2 Производительность компрессора ниже нормы	Засорен фильтр воздушный	Заменить элемент фильтрующий
	Не открывается полностью заслонка регулирующая	Проверить работу заслонки и отрегулировать ее согласно руководству по эксплуатации на клапан всасывающий.
3 Посторонние шумы и стуки	Касание торцевых поверхностей винтов и корпуса на стороне всасывания или на стороне нагнетания: - выход из строя упорных подшипников	Заменить неисправные подшипники
	-выход из строя опорных подшипников в результате прекращения подачи смазки	Прочистить жиклер, продуть отверстие подвода масла к подшипникам. Подшипники заменить
	Наличие посторонних частиц в блоке цилиндров	Проверить и очистить, при необходимости, полости блока цилиндров
4 Увеличился унос масла со сжатым воздухом	Произошло насыщение фильтрующих элементов маслоотделителя	Заменить фильтр-сепаратор маслоотделителя

Наименование неисправностей; внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
	Засорились трубки отвода масла из маслоотделителя к компрессору	Продуть трубки воздухом.
	Засорился жиклер на линии отвода масла из фильтрующих элементов маслоотделителя к компрессору	Прочистить жиклер.
	Произошла разгерметизация соединений трубопроводов отсоса масла из блока фильтров	Уплотнить разъемные соединения трубопроводов
5 Увеличился перепад давлений на фильтре-сепараторе маслоотделителя	Засорились фильтрующие элементы фильтра сепаратора.	Заменить фильтр-сепаратор маслоотделителя
6 Увеличился перепад давлений на фильтре масла	Загрязнение фильтрующего элемента	Заменить фильтрующие элементы
7 Снижение давления масла на впрыск	Загрязнение внутренней поверхности маслоохладителя	Произвести очистку внутренней поверхности маслоохладителя
	Загрязнился фильтрующий элемент	Заменить фильтрующий элемент
8 Повышение температуры масла на впрыск или температуры воздуха конечной (после газоохладителя)	Загрязнение теплообменных поверхностей маслоохладителя	Произвести очистку теплообменных поверхностей маслоохладителя
9 Несвоевременно срабатывает предохранительный клапан	Неправильная настройка или попадание посторонних частиц на седло клапана.	Разобрать клапан, прочистить, отрегулировать и опломбировать.
10 Повышение температуры сжатого воздуха после конечного газоохладителя	Уменьшение расхода воды на газоохладитель	Увеличить расход воды
	Воздушная пробка в водяной полости	Удалить воздушную пробку
	Загрязнение теплообменных поверхностей труб газоохладителя	Провести очистку труб газоохладителя
11 Выброс масла через воздушный фильтр во время остановки компрессор	Неисправность (неплотное закрытие) обратного клапана на стороне всасывания	Разобрать обратный клапан, устранить причину неплотности
12 Утечка масла через уплотнение ведущего ротора	Износ уплотнительного кольца	Заменить уплотнительное кольцо
	Нарушение притирки уплотнительных поверхностей	Заменить изношенные детали, восстановить притирку
13 Нарушение нормальной работы приборов ав-	Засорение импульсных линий	Продуть сжатым воздухом все импульсные линии, подходящие

Наименование неисправностей; внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
томатики, имеющих подвод импульсных линий		к приборам
14 Заслонка не перекрывается в режиме регулирования производительности и не закрывается в режиме "разгрузка"	Не открывается клапан электромагнитный	Проверить электромагнитный клапан. Устранить неисправность.
15 Заслонка закрывается при нормальном режиме работы	Неправильно отрегулирован клапан всасывания КВ	Отрегулировать КВ согласно инструкции по эксплуатации на клапан всасывающий.
	Не закрывается клапан электромагнитный	Устранить неисправность клапана электромагнитного
16 При включении выключателя SF1 питание СА отсутствует, т.е. не включается индикатор "Сеть"	Обрыв в цепи	Устранить обрыв
	Неисправен автоматический выключатель SF1	Заменить выключатель
17 При нажатии кнопки "Пуск" запуск не происходит	Обрыв в цепи пуска	Устранить обрыв
	Неисправны элементы, входящие в цепь пуска	Восстановить цепь пуска или заменить неисправные элементы
	Автоматический выключатель SF2 отключен	Установить и устранить причину отключения выключателя SF2. Включить выключатель SF2
Примечание: Неисправности, которые могут возникнуть при эксплуатации комплектующих изделий, входящих в состав установки, описаны в эксплуатационной документации на эти изделия.		

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

3.1.1 Задачей обслуживающего персонала является поддержание оптимального режима работы компрессорной установки, контроль за надежной работой всех систем и узлов, своевременное проведение ремонта и ревизии компрессора.

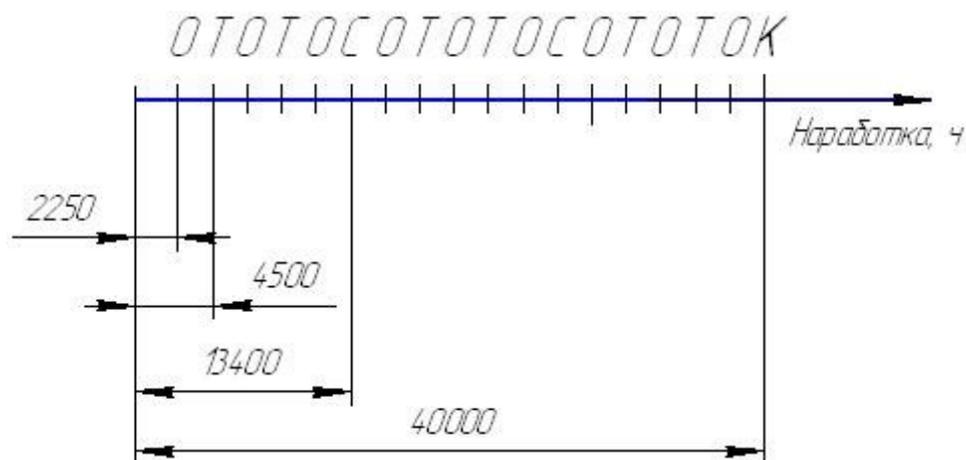
3.1.2 Во время работы оператор должен контролировать параметры установки, предусмотренные настоящим руководством с учетом «Правил устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов».

3.1.3 Ежесуточный осмотр и уход за компрессорной установкой производить в соответствии с ПБ 03-581-03 «Правилами устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов».

3.1.4 В процессе эксплуатации все виды технического обслуживания и ремонтов а также любые виды отказов компрессорной установки должны быть занесены в формуляр.

3.2 Виды, объем и периодичность технического обслуживания

3.2.1 Рекомендуемая структура ремонтного цикла установки, ч.



О - технический осмотр

Т - текущий ремонт

С - средний ремонт

К - капитальный ремонт

3.2.2 Рекомендуемый перечень работ при техническом обслуживании и методика их выполнения приведены в таблице 5

Таблица 5

Наименование работ	Методика выполнения	Примечание
Технический осмотр		
1 Замена масла, выполнение лабораторного анализа масла.	Критическими параметрами достижение которых требует замены масла «Энекон» являются: 1 Кинематическая вязкость увеличена на 25% от начальной. 2 Щелочное число уменьшилось на 50% от начального. 3 Кислотное число на уровне 80% щелочного числа. 4 Содержание механических примесей более 0,05%. 5 Содержание воды более 0,1%.	Замена масла обязательна: 1 Через 500 часов после ввода в эксплуатацию; 2 В случае достижения критических параметров. 3 В случае невозможности осуществления лабораторного анализа - через 2250 часов.

2 Промывка маслосистемы	в соответствии с п.2 Текущего ремонта	Операцию проводить при первом осмотре и далее при текущих ремонтах
3 Замена фильтра масла	Проверить уровень масла в маслоотделителе. При необходимости слить небольшое количество масла так чтобы уровень масла был ниже уровня присоединительного штуцера фильтра. Заменить фильтр.	Операцию следует проводить: 1 Через 500 часов после ввода в эксплуатацию; 2 При достижении перепада давления на фильтре до 0,25МПа (2,5 кгс/см ²)
4 Проведение внешнего осмотра воздушного фильтра ФВ, при необходимости замена	Снять фильтрующий элемент продуть его струей воздуха. В случае повреждения и сильном загрязнении заменить фильтрующий элемент. В соответствии п.3.3	Операцию проводить чаще, если изделие эксплуатируется в запыленной атмосфере. (При срабатывании индикатора засоренности ИЗ)
5 Проверка срабатывания предохранительного клапана	Подорвать за рычаг на несколько секунд, убедиться в работоспособности	
6 Проверка состояния системы автоматизации	Проверить состояние силовых и контрольных кабелей, заземляющих устройств, контактных соединений силовых кабелей, автоматических выключателей, обращая внимание на чистоту поверхностей, нагрев, моменты затяжки крепежа контактных электрических соединений	

Продолжение таблицы 5

Наименование работ	Методика выполнения	Примечание
Текущий ремонт		
1 Выполнение всех требований технического осмотра	По методике выполнения технического осмотра	
2 Промывка маслосистемы	В масло, подлежащее замене, добавить 10% объемных единиц промывочного масла «Эконол» и на полученной смеси компрессор эксплуатировать в рабочем режиме в течении 20 часов. После окончания промывки промывочную смесь слить и установку заправить свежим маслом	Операцию обязательно проводить при первом техническом осмотре. ВНИМАНИЕ. Промывочное масло «Эконол» в смеси со свежим маслом не обладает моющими свойствами.
3 Замена фильтра-сепаратора маслоотделителя	Снять крышку маслоотделителя. При замене элементов обратить внимание на плотность соединений трубопроводов отсоса масла и отсутствия загрязнений в полостях фильтров и каналах отсоса. В	Операцию следует проводить: 1) при достижении перепада давления на фильтрах маслоотделителя до 1 кгс/см ² 2) при достижении перепада

	соответствии п.3.4	да до 2 кгс/см ² если потребителю достаточно (6-7) кгс/см ² и нет особых требований по уносу масла.
4 Очистка внутренних поверхностей маслоотделителя, горячих участков трубопроводов и теплообменной поверхности газоохладителя со стороны воздуха от нагаро-масляных отложений и загрязнений.	Очистку осуществлять промывочным маслом «Эконол» или 3% раствором сульфанола с последующей промывкой водой до полной нейтрализации сульфанола.	1) Операцию по очистке маслоотделителя проводить так же в любых случаях при замене фильтроэлементов (п.3) 2) Запрещается применять для очистки легковоспламеняющиеся жидкости (бензин, керосин и т.д.)
5 Очистка наружных теплообменных поверхностей блока воздушного охлаждения	Очистку производить струей горячего пара с температурой от 100 до 110°С, или промыть горячей водой и продуть сжатым воздухом	Операцию проводить чаще, если изделие эксплуатируется в запыленной атмосфере. (При техническом осмотре)
6 Осмотр состояния соединительной муфты.	Разобрать муфту, снять звездочку. При наличии на ней расслоений, трещин заменить.	
7 Проверка аварийных защит	В соответствии п.3.6.1	
8 Проверить состояние подшипников электродвигателя главного привода.	При необходимости произвести пополнение или замену смазки.	В соответствии с эксплуатационной документацией на электродвигатель
9 Замена влагоотделителя и конденсатоотводчика		Заменить влагоотделитель и конденсатоотводчик в соответствии с эксплуатационной документацией на изделия

Продолжение таблицы 5

Наименование работ	Методика выполнения	Примечание
Текущий ремонт		
10 Поверка средств измерения.	Поверка средств измерения проводится метрологической службой согласно закона РФ «Об обеспечении средств измерений», руководствуясь документацией на средства измерения, перед вводом в эксплуатацию и далее с периодичностью, указанной в разделе формуляра	
11 Осмотр микропроцессорного контроллера	В соответствии п.3.6.2	
12 Проверка сопротивления изоляции	В соответствии п.3.6.3	
13 Выполнение ревизии и осмотр регулирующих устройств и клапанов - клапана минимального давления;	При необходимости заменить детали уплотнений, мембраны а также другие изношенные и поврежденные детали.	

- клапан всасывающий;		
14 Осмотр вводного автоматического выключателя в QF1	Произвести (8-10) раз операцию «включение-отключение» выключателя QF1 под напряжением питания на вводных клеммах и <u>включеном</u> автоматическом выключателе SF1 на ЩА.	Эту операцию выполнять также после каждого отключения тока короткого замыкания
Средний ремонт		
1 Выполнение всех требований текущего ремонта	По методике выполнения текущего ремонта	
2 Полная разборка компрессора	Разобрать и собрать компрессор в соответствии с п. 3.9. Осмотреть подшипники и детали компрессора. При необходимости заменить подшипники и другие изношенные детали	Рекомендуется обратиться к специалистам уполномоченной сервисной организации.
3 Осмотр гибких трубопроводов	При необходимости заменить поврежденные трубопроводы	
4 Выполнение ревизии влагоотделителя	Произвести очистку влагоотделителя	
Капитальный ремонт		
1 Выполнение всех требований среднего ремонта	По методике выполнения среднего ремонта	Рекомендуется обратиться на предприятие изготовитель

Продолжение таблицы 5

Наименование работ	Методика выполнения	Примечание
Текущий ремонт		
2 Проведение гидроиспытания на прочность и герметичность корпусных деталей	Величина пробного давления при гидроиспытании: - чугунных корпусов-1,35МПа (13,5кгс/см ²) - стальных корпусов-1,15МПа (11,5кгс/см ²) Время выдержки 10 мин	
3 Замена подшипников	см. п.3.9	
4 Проведение гидроиспытания на прочность и герметичность - маслоотделителя - масло и газоохладителей	см. п.3.5.1 см. п.3.5.2	Операция должна проводиться не позднее чем через 8 лет

Примечания

1 Масло «Эконол» ТУ 0253-004-47419918 .

2 Масса электродвигателя, наиболее тяжелой сборочной единицы при ремонте, составляет приблизительно 1570 кг.

3.2.3 Использование после истечения срока службы 3.2.3.1 Перед истечением срока службы рекомендуется обратиться на завод-изготовитель («Пензкомпрессормаш») для решения по дальнейшему использованию компрессорной установки.

3.2.3.2 Если объект, на котором эксплуатируется компрессорная установка, подконтролен Госгортехнадзору России, то эксплуатация компрессорной установки по истечению срока службы допускается только при наличии положительного решения и согласно рекомендациям специализированной экспертной организации, проводившей техническое диагностирование и оценку остаточного ресурса компрессорной установки.

3.2.4 Обслуживание в период бездействия

В период бездействия содержите установку в чистом виде. В случае бездействия более одного месяца не реже одного раза в месяц производите пуск установки на (15-30) мин. в соответствии с данной инструкцией. Перед пуском установки залить через отверстие в компрессоре Г (рисунок 2) (2-5) л. масла и повернуть роторы. Если установка снимается с эксплуатации на срок свыше 3-х месяцев, произведите ее консервацию в соответствии с п. 1.9.4 настоящей инструкции.

3.2.5 Обслуживание покупных комплектующих изделий, входящих в состав установки, производить в соответствии с эксплуатационной документацией на эти изделия.

3.3 Замена фильтра воздушного (рисунок 6).

Фильтр воздушный предназначен для очистки всасываемого воздуха от пыли, грязи и др. посторонних частиц. Замену воздушного фильтра ФВ следует производить в следующей последовательности:

- 1) открепить крепления крышки, снять крышку поз. 3
- 2) вынуть элемент фильтрующий поз. 2 из корпуса поз. 1
- 3) очистить от пыли корпус фильтра поз. 1, с помощью подачи сжатого воздуха.
- 4) вставить новый элемент фильтрующий в корпус поз. 1
- 5) поставить крышку поз. 2 и зафиксировать её креплениями крышки.

3.4 Замена фильтра-сепаратора маслоотделителя (рисунок 7).

Замена фильтра-сепаратора следует производить в следующей последовательности:

- 1) отвернуть 4 гайки М12 и снять клапан минимального давления КД с крышки поз.2.
- 2) отсоединить 2 шланга высокого давления от крышки поз. 2 3)
- отвернуть 18 болтов и снять крышку поз. 2 с маслоотделителя поз. 3 с помощью отжимных болтов М16;
- 4) снять прокладку поз. 4
- 5) вынуть фильтр поз. 1 и заменить его
- 6) вставить прокладку поз. 4
- 7) установить крышку поз. 2 и привернуть болтами к маслоотделителю поз. 3
- 8) подсоединить 2 шланга высокого давления к крышке поз. 2
- 9) привернуть клапан минимального давления КД к крышке поз.2, 4-мя гайками М12.

3.5 Техническое обслуживание маслоотделителя и трубопроводов.

Во избежание нагаро-масляных отложений на внутренней поверхности выходного

патрубка камеры нагнетания компрессора, внутренней стенке маслоотделителя и горячих участков трубопроводов, каждые 6 месяцев, но не позднее чем через 5000 часов работы необходимо осуществлять промывку маслоотделителя и горячих участков трубопроводов 3% раствором сульфанола или 5% водным раствором каустической соды с последующей промывкой водой до полной нейтрализации сульфанола или каустической соды.

Запрещается эксплуатация установки, если толщина нагаро-масляных отложений достигла 3 мм.

Запрещается применять для очистки горюче-смазочные и легко-воспламеняемые жидкости (бензин, керосин и т.д.)

3.5.1 Гидроиспытание маслоотделителя

Величина пробного давления при гидроиспытании - 1,15 МПа (11,5 кгс/см²), время выдержки - 10 мин.

Перед проведением гидроиспытания все трубопроводы, предохранительный клапан от маслоотделителя должны быть отсоединены, фильтр сепаратора снят, патрубки и штуцеры заглушены, заглушки должны быть толщиной не менее 20 мм. После гидроиспытания, слива жидкости, снятия заглушек маслоотделитель должен быть просушен.

Для технического освидетельствования маслоотделитель может быть демонтирован и при этом надежно закреплен.

3.5.2 Техническое обслуживание маслоохладителя

Не реже одного раза в год производить наружный и внутренний осмотр маслоохладителя с очисткой от грязи и накипи теплообменной поверхности со стороны воды в соответствии с п. 3.5.2.3

Через 8 лет проводить гидроиспытание межтрубного и трубного пространства маслоохладителя согласно п.3.5.2.1

3.5.2.1 Гидроиспытание

а) Гидроиспытание межтрубного пространства:

- 1) отсоединить фланцы патрубков входа и выхода масла и воды;
- 2) снять крышку со стороны подвода, отвода воды;
- 3) заглушить патрубки входа и выхода масла стальными заглушками толщиной не менее 20 мм;
- 4) подсоединить гидропресс, используя штуцер, установленный на одной из заглушек;
- 5) надавить гидропрессом, создавая давление 1,15 МПа (11,5 кгс/см²) в течение 10 минут, убедиться в отсутствии неплотностей;
- 6) слить жидкость и снять заглушки;
- 7) просушить горячим воздухом;
- 8) собрать маслоохладитель.

б) Гидроиспытание трубного пространства:

- 1) отсоединить фланцы патрубков входа и выхода воды;
- 2) заглушить патрубки входа и выхода воды стальными заглушками толщиной не менее 14 мм;
- 3) подсоединить гидропресс, используя штуцер, установленный на одной из заглушек;
- 4) надавить гидропрессом, создавая давление 0,8 МПа (8,0 кгс/см²) в течение 10 минут, убедиться в отсутствии неплотностей;
- 5) слить жидкость и снять заглушки.

3.5.2.2 Очистка межтрубного пространства

- 1) отсоединить фланцы патрубков входа и выхода масла;
- 2) слить масло;
- 3) промыть масляную полость чистой горячей водой (70-80 °С);
- 4) промыть масляную полость в течение 4-8 часов подогретым до 85-95 °С 1% раствором тринатрийфосфата по ГОС Т201, а затем в течение 12-13 часов 4% раствором тринатрийфосфата. Продолжительность промывки зависит от степени загрязнения масляной полости. Скорость циркуляции раствора должна быть в пределах 0,3-1 м/с;
- 5) слить раствор тринатрийфосфата из масляной полости;
- 6) промыть масляную полость в течение 2-3 часов холодным 0,1-0,5% раствором нитрата натрия по ГОСТ 19906 до полного удаления тринатрийфосфата;
- 7) слить промывочный раствор;
- 8) окончательно промыть масляную полость маслом;
- 9) слить промывочное масло.

3.5.2.3 Очистка трубного пространства

а) химический способ:

При образовании слоя накипи и продуктов коррозии толщиной 1,5-2 мм на внутренней поверхности труб, последние должны быть подвергнуты химической очистке:

- 1) отсоединить фланцы патрубков входа и выхода воды;
- 2) одно отверстие заглушить, другое использовать для заполнения раствора; пробки верхние на торцевых крышках отвернуть для контроля уровня раствора и выхода газов;
- 3) залить доверху трубное пространство 10% раствором ингибированной соляной кислоты, в которую для ускорения растворения накипи и продуктов коррозии добавьте смачиватель ОП-7 или ОП-10 по ГОСТ 8433 и пеногаситель – пиридин по ГОСТ 13647 по 0,1% (1кг/м³). При отсутствии ингибированной соляной кислоты допускается применение 10% технической соляной кислоты ГОСТ 857 с обязательной добавкой в качестве ингибитора уротропина или формалина в количестве 0,5% (5 кг/м³). На время травления верхнее отверстие оставить открытым для выхода газов, рабочий раствор должен находиться в полости охлаждения до полного прекращения газовой выделению;
- 4) слить отработанный раствор через нижнее отверстие крышки;
- 5) немедленно тщательно промыть трубную полость чистой водой;
- 6) произвести осмотр внутренней поверхности труб. При неполном растворении отложений обработку повторить;
- 7) для полной нейтрализации остатков кислоты и восстановления на поверхности металла защитной оксидной пленки внутреннюю поверхность труб обработать 2% раствором кальцинированной соды по ГОСТ 5100 или тринатрийфосфата по ГОСТ 201.

б) Механический способ:

Механический способ очистки применяется в случае заполнения сечения отверстий солями, илом, накипью и пр.

Для выполнения механической очистки необходимо следующее:

- 1) произвести очистку сверлом, приваренном к длинной державке и приводимой в движение сверлильной машиной. Диаметр рабочей части сверла при этом должен быть меньше внутреннего диаметра трубок на 1-2 мм. Боковые грани рабочей части сверла по наружному диаметру притупить для предохранения стенок труб от повреждений;
- 2) удалить образовавшийся шлам промывкой водой;
- 3) очистить остатки отложений со стенок труб ершами из стальной проволоки;
- 4) промыть трубки водой и просушить горячим воздухом;

Примечание - Способ очистки трубного пространства выбирается по усмотрению обслуживающего персонала.

3.5.2.4 Глушение трубок

Глушение трубок производить в следующей последовательности:

- 1) зафиксировать при гидроиспытании межтрубного пространства трубки, подлежащие глушению;
- 2) изготовить из стали (Ст3, Ст10, Ст20) конусообразную пробку длиной 20 мм, диаметром 12/9 мм;
- 3) вставить пробку до полного соприкосновения по периметру с внутренней поверхностью трубки и заварить;
- 4) трубки глушить с обеих сторон;
- 5) проверить качество заделки повторным гидроиспытанием.

3.5.3 Техническое обслуживание газоохладителя.

3.5.3.1 По мере загрязнения поверхностей теплообмена необходимо осуществлять их промывку или механическую чистку.

3.5.3.2 Очистка водяной полости.

Для очистки и промывки водяной полости необходимо отсоединить фланцы крышек газоохладителя и извлечь трубы-наполнители и очистить их внутренние и наружные поверхности.

а) химический способ: погрузить трубы-наполнители в 10% раствор ингибированной соляной кислоты с добавлением смачивателя ОП-7 или ОП-10 по ГОСТ 8433 и пеногасителя

– пиридин по ГОСТ 13647 по 0,1%; допускается применение 10% технической соляной кислоты с обязательной добавкой в качестве ингибитора уротропина или формалина по ГОСТ1625 в количестве 0,5% (5 кг/м³).

б) Механический способ: очистить поверхности труб-наполнителей, используя ерш из металлической проволоки.

3.5.3.3 Очистка газовой полости

1) извлечь из газоохладителя газовые трубы.

2) промыть их, используя раствор в составе: каустическая сода – 0,5% (5 кг/м³), тринарийфосфат – 1% (10 кг/м³), сульфанола – 0,7% (7 кг/м³), жидкое стекло – 1% (10 кг/м³).

Очистку внутренней поверхности корпуса газоохладителя производить, как указано в п.3.5

3.6 Техническое обслуживание системы автоматизации

3.6.1 Действие аварийных защит должно проверяться не реже одного раза в 6 месяцев.

Перед проведением проверки действия защит необходимо изучить пункт 1.5 настоящего руководства.

Проверку действия защит рекомендуется проводить в следующей последовательности:

Во время проверки действия аварийных защит вводной автоматический выключатель QF1 в щите силовом должен быть ОТКЛЮЧЕН (положение "0"). Автоматические выключатель SF2 должен быть отключен.

Срабатывание каждой из защит контролировать по загоранию на ЩКУ сигнальной лампы «АВАРИЯ», срабатыванию внешней звуковой и световой сигнализации и по размыканию цепей №1 и №2 на клеммнике в ЩКУ. Состояние цепей №1 и №2 контролировать с помощью омметра, подключенного на клеммник ХТ3 в щите контроля и управления на контакты проводов №1 и №2. Наличие замыкания между указанными проводами соответствует включению электродвигателя, переход из замкнутого состояния в разомкнутое соответствует срабатыванию аварийной защиты.

Проверку действия защит рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- в щите контроля и управления на клеммнике ХТ3 к проводам А6 и 29 подключить тумблер (провода подключить на разомкнутый контакт тумблера);
- между проводниками А6 и В6 на клеммнике в щите силовом установить перемычку;
- в щите силовом отключить от клеммника проводники №1 и №2;
- подключить омметр;
- от клеммника ХТ3 в ЩКУ отсоединить проводник 32, ведущий к датчику ВК1;
- подсоединить магазин сопротивлений на клеммник ХТ3 в ЩКУ к цепям 32 и 31, выставить на магазине значение сопротивления (90±2) Ом.
- включить автоматический выключатель SF1 на щите силовом – должна включиться лампа "СЕТЬ";
- произвести имитацию пуска ГД в следующей последовательности: нажать кнопку "ПУСК" на ЩКУ, через 2-3 секунды тумблером замкнуть цепи А6 и 29, проконтролировать по омметру наличие замыкания цепей №1 и №2;
- увеличить на магазине сопротивление до (143,0±1,0) Ом – должна сработать аварийная защита по температуре нагнетания;
- проконтролировать размыкание цепей №1 и №2;
- выключить автоматический выключатель SF1 на щите силовом;
- переключить тумблер;
- отсоединить магазин сопротивлений от клеммника ХТ3 и восстановить подключение к клеммнику проводника 32 от датчика ВК1;

- от клеммника ХТЗ в ЩКУ отсоединить проводник 38, ведущий к датчику ВКЗ;
- подсоединить магазин сопротивлений на клеммник ХТЗ в ЩКУ к цепям 37 и 38, выставить на магазине значение сопротивления (80 ± 2) Ом.
- включить автоматический выключатель SF1 на щите силовом – должна включиться лампа "СЕТЬ";
- произвести имитацию пуска ГД в следующей последовательности: нажать кнопку "ПУСК" на ЩКУ, через 2-3 секунды тумблером замкнуть цепи А6 и 29, проконтролировать по омметру наличие замыкания цепей №1 и №2;
- увеличить на магазине сопротивление до $(143,0 \pm 1,0)$ Ом – должна сработать аварийная защита по температуре подшипника электродвигателя;
- проконтролировать размыкание цепей №1 и №2;
- выключить автоматический выключатель SF1 на щите силовом;
- переключить тумблер;
- отсоединить магазин сопротивлений от клеммника ХТЗ и восстановить подключение к клеммнику проводника 38 от датчика ВКЗ;

Примечание – проверку срабатывания защиты по температуре подшипника проводить при наличии датчика ВКЗ.

- включить автоматический выключатель SF1 на щите силовом – должна включиться лампа "СЕТЬ";
- по манометру на ЩКУ проконтролировать наличие охлаждающей воды при давлении 1,5 кгс/см²;
- произвести имитацию пуска ГД в следующей последовательности: нажать кнопку "ПУСК" на ЩКУ, через 2-3 секунды тумблером замкнуть цепи А6 и 29, проконтролировать по омметру наличие замыкания цепей №1 и №2;
- уменьшить подачу охлаждающей воды в компрессорную установку до значения давления меньше 1,5 кгс/см² – должна сработать предупредительная световая и звуковая сигнализация по давлению охлаждающей воды;
- выключить автоматический выключатель SF1 на щите силовом и переключить тумблер;

На этом проверка действия аварийных защит завершена.

Отключить омметр, отсоединить тумблер от проводов А6 и 29, убрать установленную между проводниками А6 и В6 перемычку в силовом щите.

Восстановить подключение проводников №1 и №2 к клеммнику в щите силовом.

3.6.2 Техническое обслуживание модулей микропроцессорных состоит из проверки крепления модулей и целостности внешних соединений.

Модули микропроцессорные являются неремонтопригодными.

Монтаж и обслуживание модулей должны производиться при снятом напряжении питания с ЩКУ.

3.7 Общие вопросы демонтажа и монтажа, разборки и сборки.

3.7.1. При разборке установки придерживайтесь определенной последовательности, которую необходимо соблюдать и при сборке.

3.7.2 Перед разборкой, путем постановки рисок или кернения зафиксировать взаимное расположение разбираемых деталей.

3.7.3 Узлы и механизмы, которые мешают доступу к подвергающемуся разборке месту, снять целиком без детальной разборки.

3.7.4 Снятые с установки детали и сборочные единицы уложить на специально отведенное для них место. Все снимаемые с установки сборочные единицы и детали тщательно осмотреть, промыть, протереть, забоины зачистить.

3.7.5 Все прокладки, снимаемые при разборке, прикрепить к одной из соприкасающихся с ними деталей в том положении, в котором они были до разборки.

3.7.6 Прежде, чем разбирать какую-либо сборочную единицу или отсоединять какую-либо деталь, проверить не застопорено ли данное крепление и производить разборку только после того, как вывернута и вынута стопорящая деталь. При сборке следить за тем, чтобы гайки были затянуты до отказа.

3.7.7 При разборке предохранительного клапана и клапана поддержания давления соблюдать осторожность при выемке пружины.

3.7.8 При сборке тщательно следить за чистотой деталей и отсутствием на них забоин. Попадание в компрессор, клапаны и другие сборочные единицы грязи, посторонних предметов приводит к преждевременному износу деталей или авариям.

3.7.9 При длительном хранении деталей до сборки консервировать их с учетом п. 1.9.4 настоящей инструкции.

3.7.10 В случае, если сборка проходит сразу же после разборки, рекомендуется вести сборку "всухую" (детали чисто промыты и протерты), смазывать только посадочные поверхности. Смазку или консервацию проводить после сборки установки.

3.8 Транспортирование, хранение, расконсервация и консервация

3.8.1 Транспортирование

Транспортирование возможно любым видом транспорта.

Условия транспортирования должны соответствовать группе 7 (Ж1) по ГОСТ 15150.

3.8.2 Хранение

Консервация и упаковка обеспечивают сохранность установки от коррозии в течение 18 месяцев с момента отгрузки при соблюдении условий транспортирования и хранения.

Установка и ЗИП должны храниться в упакованном виде в закрытом сухом вентилируемом складском помещении по группе 1(Л) по ГОСТ 15150.

Каждые 18 месяцев производить переконсервацию установки.

3.8.3 Расконсервация

Расконсервация установки, полученной с завода-изготовителя:

снять заглушки, после чего можно приступить к работам по монтажу установки.

Расконсервацию запасных частей, приспособлений и инструмента проводить в следующем порядке:

- 1) снять оберточную бумагу;
- 2) погрузить детали, узлы, инструмент в масло, разогретое до температуры 80 °С;
- 3) протереть ветошью, смоченной в уайт-спирите;
- 4) просушить.

3.8.4 Консервация в условиях эксплуатации

Последовательность консервации внутренних полостей установки следующая:

- 1) залить в установку чистое масло, тщательно перемешанное с присадкой АКОР-1 в количестве 5%;
- 2) произвести запуск установки на 10-15 минут;
- 3) остановить установку, слить масло из маслоотделителя, коммуникаций, маслоохладителя.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ после проведения консервации проворачивать роторы.

4) закрыть запорную арматуру, а в случае отсоединения трубопроводов на фланцы и патрубки установить заглушки с прокладками;

5) все наружные неокрашенные поверхности установки покрыть слоем консервационной смазки ПВК. Смазка ПВК перед нанесением на поверхность станции должна иметь температуру не ниже 80 °С.

Срок действия консервации 18 месяцев.

Следите за состоянием окрашенных поверхностей и, при необходимости, производите подкраску эмалью соответствующей марки и цвета.

3.8.5 Технология подкраски:

- 1) зачистить поврежденные участки наждачной бумагой;
- 2) протереть салфеткой, смоченной уайт-спиритом;
- 3) протереть чистой сухой салфеткой и просушить до полного высыхания;
- 4) нанести кистью эмаль соответствующего цвета и марки;
- 5) просушить эмаль на воздухе.

3.8.5 Материалы, применяемые для консервации установки, приведены в таблице 6.

Таблица 6

Наименование материала	Стандарт	Назначение материала
1 Уайт-спирит	ГОСТ 3134	Для обезжиривания перед консервацией
2 Ветошь обтирочная		Для обезжиривания деталей
3 Смазка ПВК (пластичная)	ГОСТ 19537	Для консервации наружных неокрашенных поверхностей
4 Присадка АКОР-1	ГОСТ 15171	Для добавки в масло

3.8 Демонтаж и монтаж компрессора

3.8.1 Отключить КИП и электропитание, убедиться в отсутствии давления в компрессорной установке, отсоединить внешние трубопроводы от установки. Отсоединить трубопроводы от компрессора. Отсоединить и снять фильтр воздушный

3.8.2 Вывернуть шпильки установочные. Отсоединить агрегат компрессорный от рамы и снять. Подъем и транспортировку агрегата компрессорного производить только за рым-болты, укрепленные на электродвигателе и блоке цилиндров;

Примечание - Рым-болты, предназначены только для транспортировки этой детали.

3.8.3 Установку агрегата компрессорного на раму производить в обратной последовательности.

3.8.4 После монтажа агрегата компрессорного в составе установки необходимо произвести выставку электродвигателя. Выставить плоскости опор электродвигателя относительно поверхности с помощью гайки поз. 66 и шпильки поз. 74.

Допуск параллельности – 0,5 мм.

3.9 Разборка и сборка компрессора

3.9.1 При разборке компрессора подшипники и закладные детали маркировать для исключения ошибок при сборке.

При сборке соблюдать чистоту, не допуская попадания во внутренние поверхности компрессора грязи, пыли и посторонних предметов. Тщательно проверить исправность каждой детали и отсутствие на них забоин.

Перед сборкой все детали предварительно смазать.

Посадку деталей на роторы производить на графитной смазке УСсА ГОСТ 3333.

Перед сборкой продуть все маслоподводящие каналы.

3.9.2 Разборку компрессора производить в следующей последовательности (рисунок 3):

Снять крышку поз. Со стороны всасывания, застопорить роторы приспособлением (см. рисунок).

а) со стороны нагнетания:

- 1) отвернуть гайки и снять крышку

Примечания:

1 Извлекая роторы из блока цилиндров поддерживать их за среднюю часть винтовой поверхности.

2 Снятие обойм роликовых подшипников с роторов производить только при необходимости замены или ремонта.

3.9.3 Последовательность сборки компрессора (рисунок 3):

1) насадить на шейки роторов внутренние обоймы роликовых подшипников на стороне всасывания и нагнетания (при замене подшипников). При этом не перепутать комплектность внутренних и наружных обойм подшипников.

При монтаже подшипников нельзя ударять молотком по его кольцам. Пользуйтесь монтажной трубой.

Для облегчения монтажа и во избежание повреждения посадочных мест на валу внутренние обоймы рекомендуется подогревать горячим минеральным маслом с температурой не более 80°C.

2) осторожно установить в блок цилиндров поз.1 наружные обоймы радиальных роликовых подшипников поз. 34, 35 и кольца поз. 6, 21;

3) вставить в блок цилиндров поочередно ведущий и ведомый роторы.

4) установить в расточках камеры нагнетания наружные обоймы роликовых подшипников, кольца поз.14,15;

5) установить на ведущий ротор кольцо поз.12, шариковый радиально-упорный подшипник поз.32;

6) установить на ведомый ротор кольцо поз.13, подшипник радиально-упорный с разъемами поз.37;

7) застопорить роторы;

8) затянуть гайки в камере нагнетания, сначала на ведомом, затем на ведущем роторах;

9) освободить роторы от стопорения и проверить плавность их вращения;

10) Проверить осевой зазор Я на стороне нагнетания. Осевой зазор возможно проверить двумя способами: а) установить индикатор часового типа со стороны камеры нагнетания на ведущем и ведомом роторе поочередно, величина зазора будет равна - величине люфта ротора в осевом направлении; б) установить компрессор в вертикальном положении, выдвинуть из блока цилиндров ротора вместе с камерой нагнетания на 20мм с помощью отжимных винтов, замерить щупом зазор.

Внимание! При замене подшипников следует отрегулировать осевой зазор Я с помощью подшлифовки колец поз. 12,13.(Рекомендуется обратиться в специализированную сервисную организацию).

11) отогнуть пояски гаек в пазы ведущего и ведомого роторов в 3^х местах;

12) установить кольцо поз. 11 и тарельчатую пружину поз. 10.

13) нанести тонкий слой (2-3) мм герметика на торец камеры нагнетания, выдержать 20-30 минут;

14) установить крышку поз.5 на камеру нагнетания и закрепить ее;

15) осмотреть и собрать уплотнение на ведущем роторе;

16) установить кольцо поз. 42, в канавку крышки поз. 22;

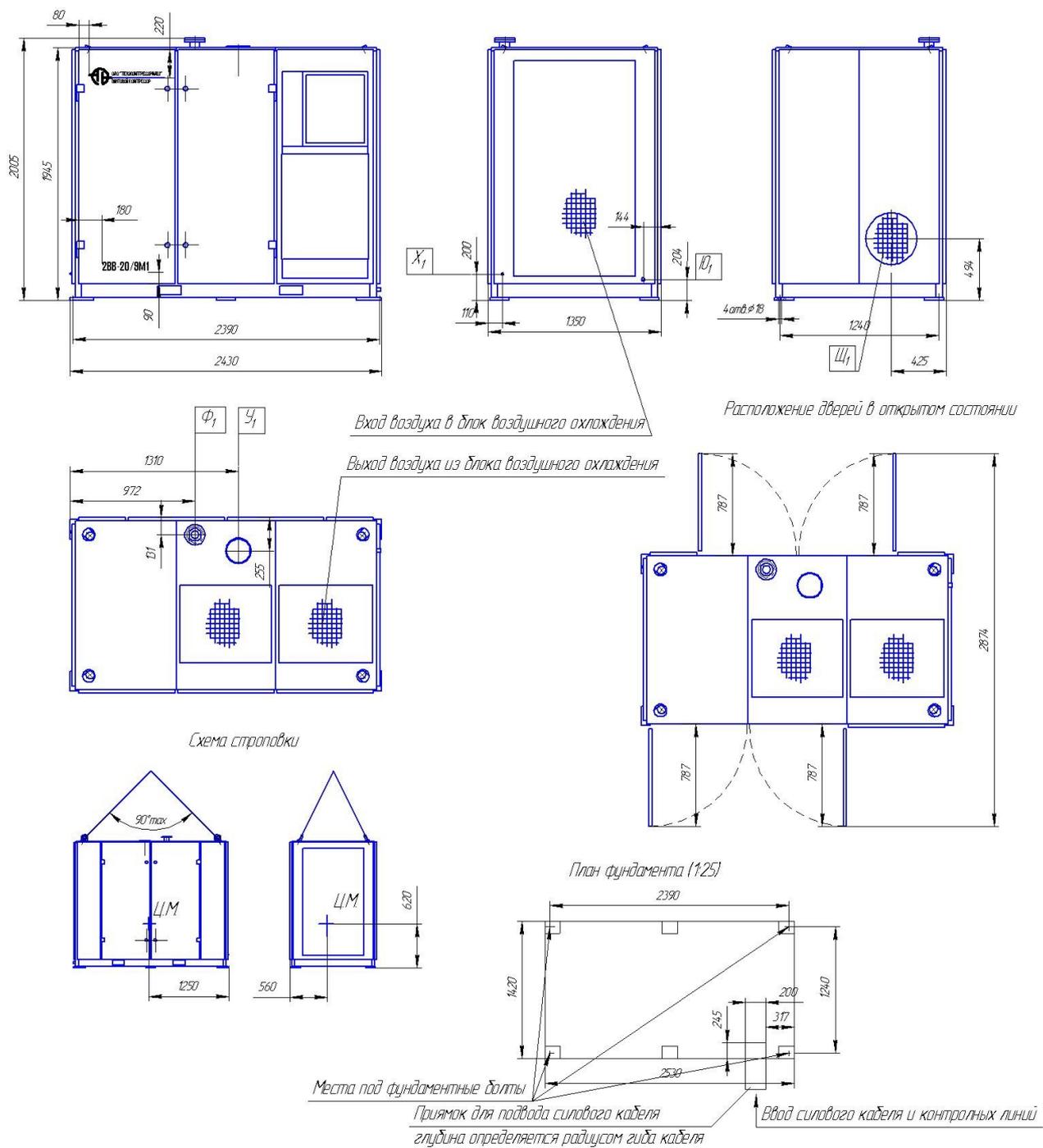
17) установить крышку поз.22 и закрепить ее;

18) установить шпонку в паз ведущего ротора;

19) одеть полумуфту, убедиться, что есть зазор в шпоночном пазу между полумуфтой и шпонкой, зафиксировать полумуфту стопорным винтом;

20) залить через всасывающий патрубок (2-5) л масла и проверить роторы;

Примечание - Сборка и разборка маслоотделителя, маслоохладителя, газоохладителя, клапанов и регулирующих устройств не представляет сложности и в данной инструкции не отражается.



Обозначение	Наименование	Проход условный D_u , мм	Давление условное P_u , МПа (кгс/см ²)
$У_1$	Всасывание	200	
Φ_1	Нагнетание	65	10 (10)
X_1	Отвод конденсата	15	
$Ц_1$	Слив масла из маслоотделителя (рис. 2)	25	
Γ	Заливка масла перед пуском (рис. 2)	M20x15	
$Ш_1$	Заправка масла (рис. 2)	32	
$Щ_1$	Вход воздуха для охлаждения электродвигателя	400	
$Ю_1$	Слив масла из маслоохладителя	M10	

Рисунок 1- Установка компрессорная винтовая воздушная

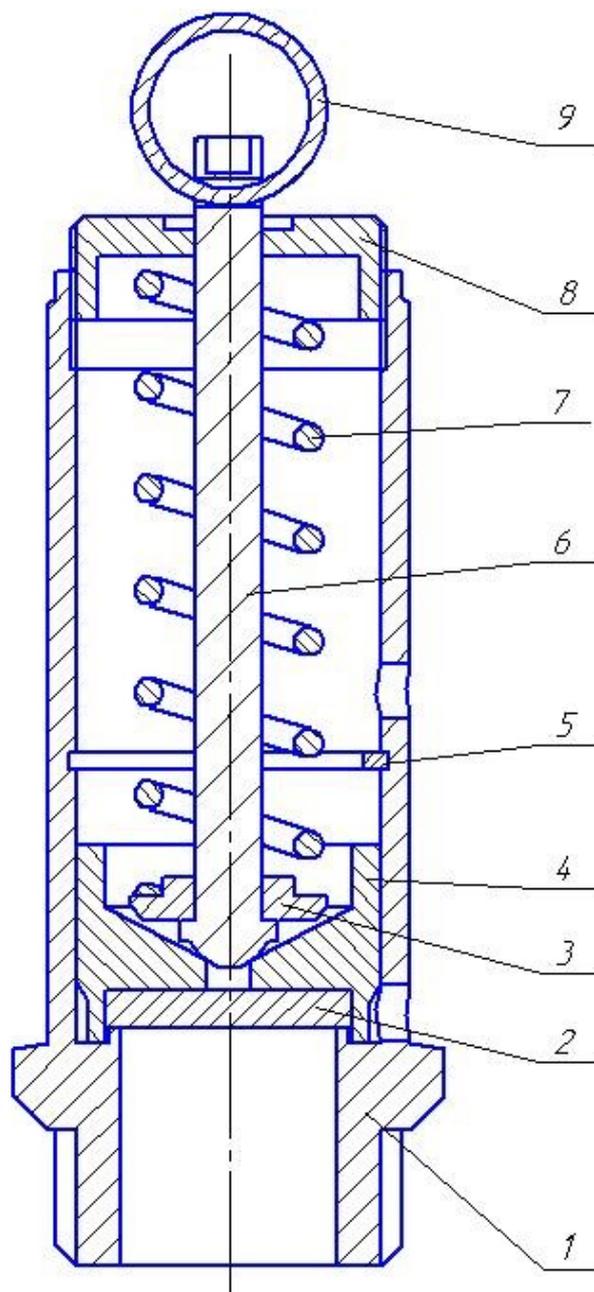
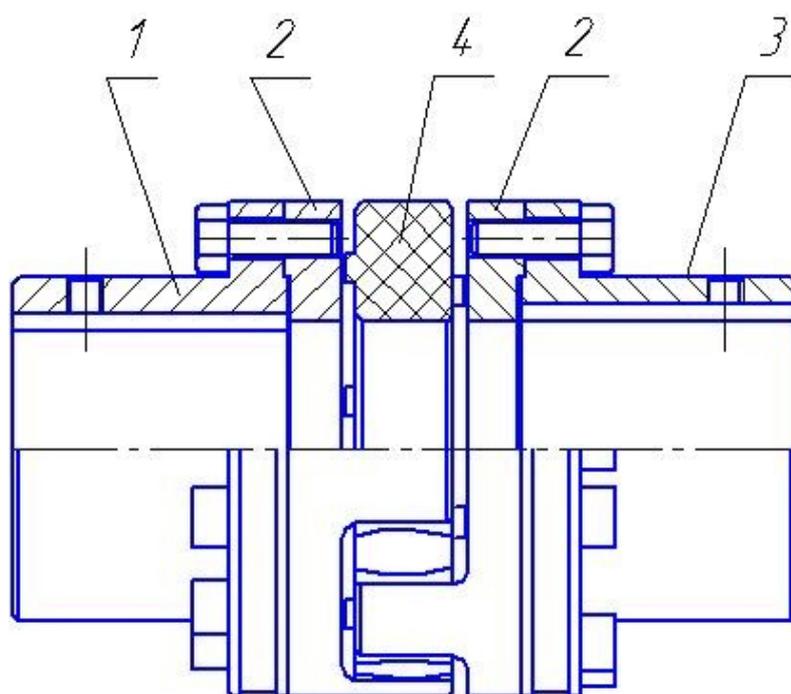


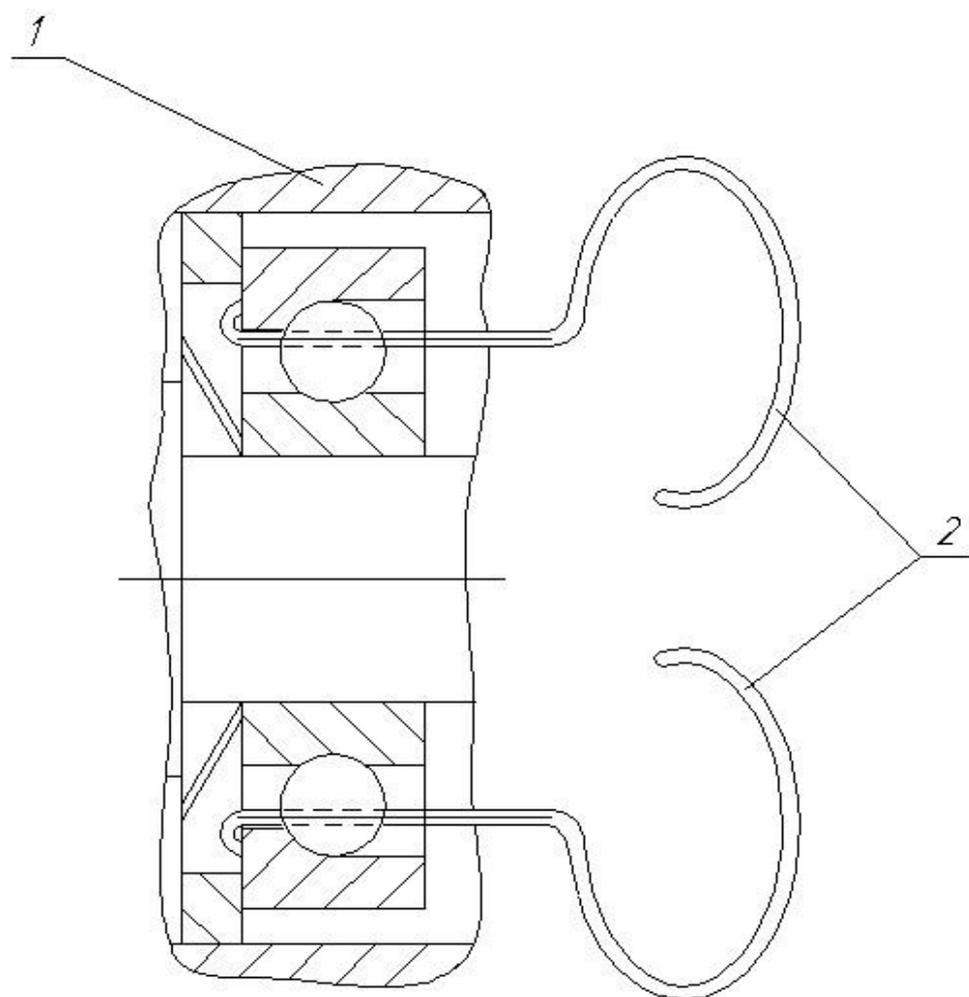
Рисунок 4 Клапан предохранительный

1 – Корпус клапана; 2 – седло; 3 – шайба; 4 – поршень;
 5 – кольца; 6 – штаб; 7 – пружина; 8 – втулка регулирующая;
 9 – кольца.



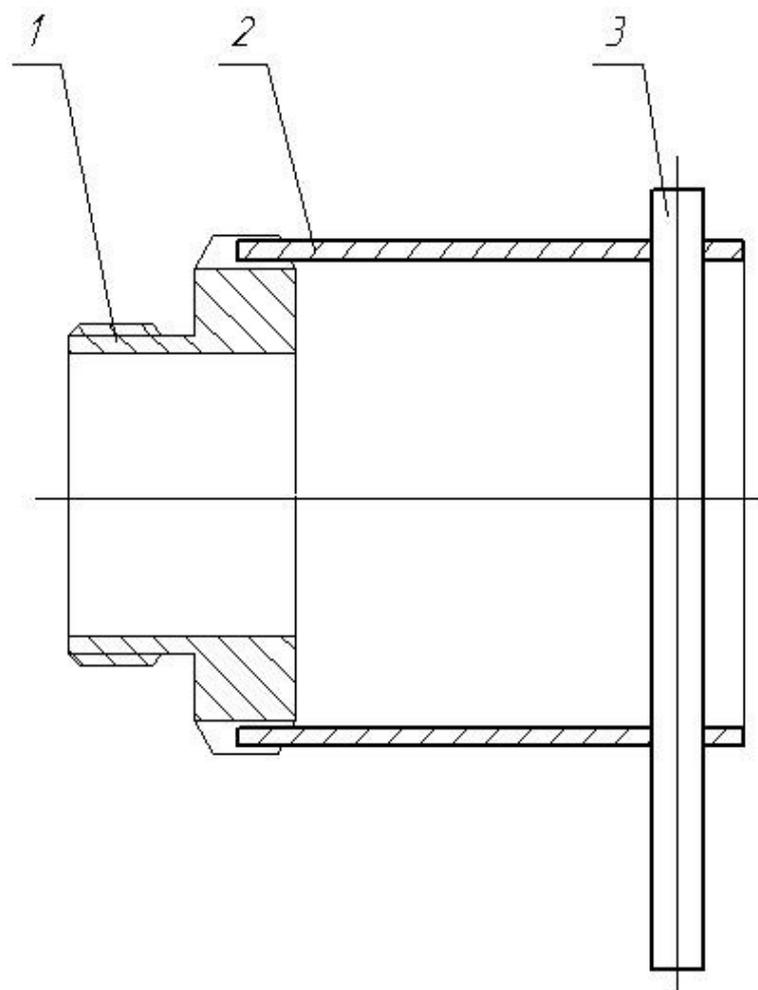
1-полумуфта компрессора; 2- обойма;
3-полумуфта электродвигателя; 4- зубчатый венец

Рисунок 4- Муфта Rotex 90



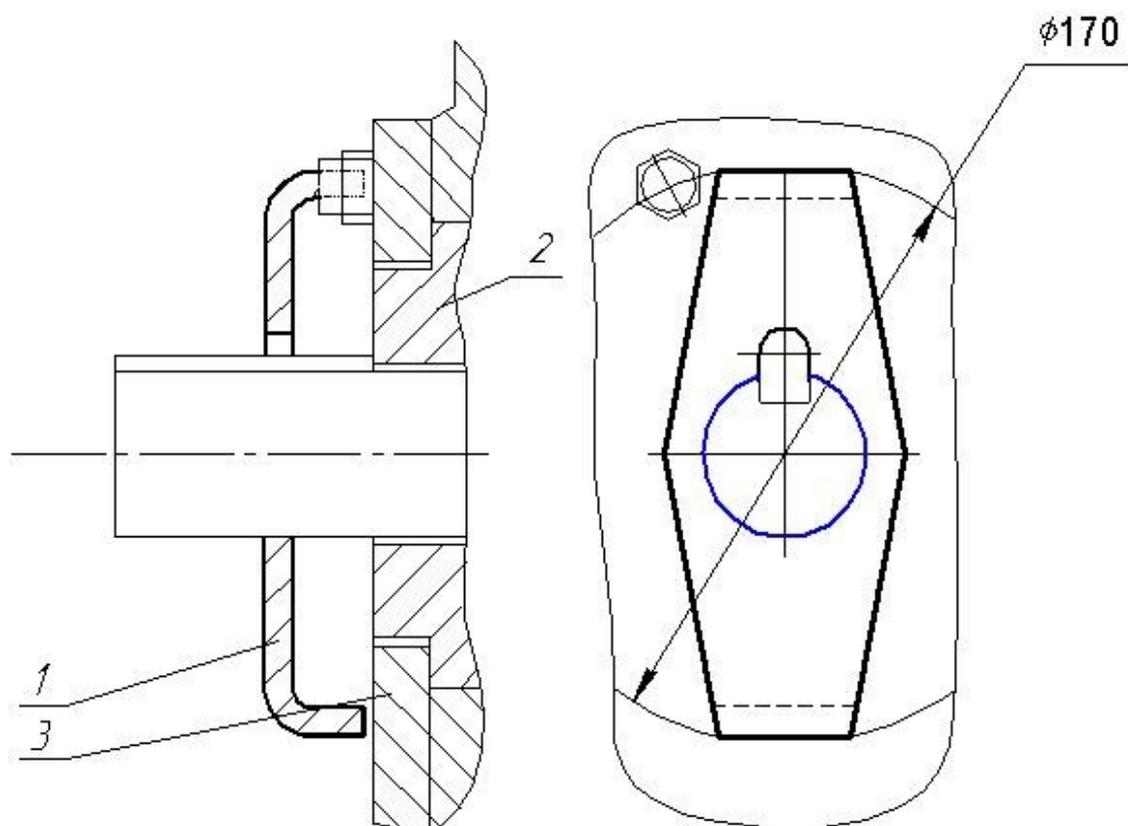
1 - корпус камеры нагнетания;
2 - крюк

Рисунок 9-Приспособление для съема радиально-упорных подшипников



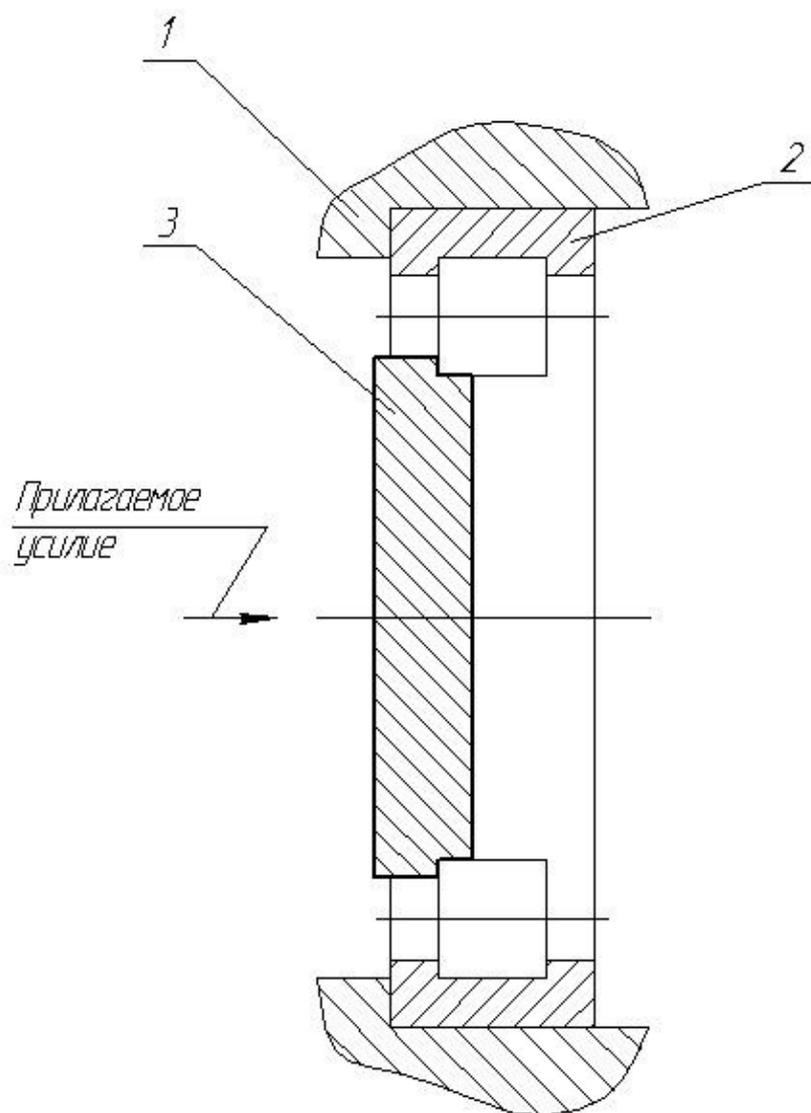
1 - гайка ; 2 - ключ ; 3 - рукоятка

Рисунок 10 - Ключ для затяжки круглых гаек



- 1- стопор
2- втулка
3- крышка

Рисунок 11 – Приспособление для стопорения роторов



- 1 - корпус камеры нагнетания;
2 - внешняя обойма подшипника;
3 - пята

Рисунок 12 - Приспособление для съема опорных подшипников

Перечень запасных и изнашивающихся деталей

Обозначение	Наименование	Кол	Наименование и обозначение сборочной единицы, куда входит запасная часть
	Фильтр сепаратора Sotras DB 2089 или TG2300502	1	Маслоотделитель (МО)
	Кольцо 150-155-36-2-3 ГОСТ 18829-73	2	Компрессор (КМ)
	Подшипник 6-66412Л ГОСТ 831-75 или SKF 7412В.МРВ. Подшипники ГОСТ 8328-75 6-32313 или SKF NU313ЕСР 6-32311 или SKF NU311ЕСР 6-32516Л или SKF NU2216ЕСР Подшипники SKF NU2311ЕСР QJ311N2МА/С2L	1	
		1	
		1	
		1	
		1	
	Уплотнение Busak+Shamban Varilip Type E TP100750 0 0750 T401N	1	
692-2-1-0-13	Кольцо	1	
692-2-1-0-13-01	Кольцо	1	
	Зубчатый венец Rotex 95 ShA *	1	Муфта ROTEX 90 А-Н
		1	Клапан всасывающий RB200P/230V **
		1	Клапан минимального давления G60 **
		1	Влагоотделитель OMI SA 0450 **

Продолжение таблицы А

Обозначение	Наименование	Кол	Наименование и обозначение сборочной единицы, куда входит запасная часть
	Фильтр масляный Sotras SH8109 G1 ½ 16UN * или TGO 505	2	Установка 736
	Фильтр воздушный Donaldson В 1300 10	1	
	Рукава нержавеющей высоко-го давления РНВД331.12.00.П-70x1,02 РНВД331.12.00.П-65x0,65	1	
	Шланги РВД РНТ25*900АВ90 АВ90 смещение на 90°;	1	
	РВД РНТ25*575АВ АВ90;	1	
	РВД РНТ25*1200АВ АВ90;	1	
	РВД РНТ25*1300АВ АВ90;	1	
	РВД РНТ06*1200АВ АВ90;	1	
	РВД РНТ10*900АВ АВ90;	1	
		1	
692-0-0-0-4	Кольцо	1	Щит автоматизации 692-1-1
	Кольцо 016-020-25 ГОСТ 9833-73	1	
	Полупроводниковые сигнальные лампы ЕНСК.433.137.012 ТУ		
	СКЛ-12-А-Л-М-3-220 220В, 50 Гц, зеленый*	1	
	СКЛ-12-А-К-М-3-220 220В, 50 Гц, красный*	1	
	Реле REL-MR-60 DC/21 AU*	2	
Примечание- Детали, отмеченные знаком *, поставляются заказчику с комплектом запасных частей; **- см. эксплуатационную документацию на соответствующее изделие.			

Приложение Б

Перечень расходных материалов

Наименование	Номера пунктов, имеющих ссылки
--------------	--------------------------------

Масло компрессорное «Энекон-68» ТУ 0253-009-47419918-2006	1.2.14
Уайт-спирит ГОСТ 3134-78	1.9.3
Отходы производства текстильные, хлопчатобумажные сортированные ГОСТ4644-75	1.9.3
Смазка консервационная ПВК (пластичная) ГОСТ 19537-83	1.9.4
Масло промывочное «Эконол» ТУ 0253-004-47419918-2000	3.2.2
Герметик-прокладка ТУ26-15-1049-86 или автогерметик ТУ2384-03- 05666764-96 или ТУ6-15-1822-95	3.9.3
Графитная смазка УссА ГОСТ3333-80	3.9.1

Приложение В
Перечень чертежей, схем и рисунков

Обозначение	Наименование
Рисунок 1,2	Установка компрессорная винтовая воздушная
Рисунок 3	Компрессор
Рисунок 4	Клапан предохранительный
Рисунок 5	Муфта упругая
Рисунок 6	Фильтр воздушный
Рисунок 7	Фильтр сепаратора
Рисунок 8	Приспособление для съема полумуфты
Рисунок 9	Приспособление для съема радиально-упорных подшипников
Рисунок 10	Ключ для затяжки круглых гаек
Рисунок 11	Приспособление для стопорения роторов
Рисунок 12	Приспособление для съема опорных подшипников
Схема 692-1 Э3	Схема электрическая принципиальная
Схема 692-1 Э5	Схема электрическая подключений
Чертеж 732-4	Маслоотделитель КУ 2ВВ-30/9М1

Ссылочные нормативные документы

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, разрабатываемого документа, в котором дана ссылка.
ГОСТ 8291-83	3.4.2
ГОСТ 12.4.051-87	2.1.3
ГОСТ 12.2.016-81	2.2.1
ГОСТ 10434-82	2.2.1
ГОСТ 14254-96	1.2.18
ГОСТ 15150-69	1.1, 1.9.1, 1.9.2
ГОСТ 17494-87	1.2.17
ГОСТ РМЭК 60204-1-99	2.2.1
ПБ 03-576-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (утверждены Госгортехнадзором России от 11.06.03г. №91)	2.2.1
ПОТ РМ-016-2001 Межотраслевые Правила по охране труда РД153-34.0-03.150-00 (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок	2.2.1
ПУЭ Правила устройства электроустановок	2.2.1, 2.2.5
ПБ 03-581-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов (утверждены Госгортехнадзором России 5.06.03 №60)	стр. 3, п.3; 2.2.1, 3.1.3
ПБ 10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (постановление Госгортехнадзора России от 31.12.99 №98)	2.2.2

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72
Астана +7(7172)727-132
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

Единый адрес: pmk@nt-rt.ru || www.penkom.nt-rt.ru