

Министерство сельского хозяйства РФ  
Мичуринский филиал  
ФГБОУ ВО "Брянский государственный аграрный университет"

# Эксплуатация и ремонт холодильных установок.

Учебное пособие

Брянск, 2015

УДК 621.57 (07)  
ББК 31.392 я 73  
Э 41

ОДОБРЕНО  
ЦМК профессиональных модулей  
ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_  
от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.  
председатель ЦМК:  
\_\_\_\_\_ С.В.Костикова

УТВЕРЖДАЮ:  
зам. директора по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Панаскина Л.А.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Э 41

Эксплуатация и ремонт холодильных установок: учеб. пособ./ Сост. К.А.Бохан.–  
Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный  
университет», 2015.- 164 с.: ил.

В учебном пособии рассмотрены вопросы эксплуатации и ремонта холодильных  
установок в соответствии с ППССЗ по специальности 15.02.05. Техническая эксплуатация  
оборудования в торговле и общественном питании; 15.02.06. Монтаж и техническая  
эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям).

Печатается по решению методического совета Мичуринского филиала ФГБОУ ВО  
«Брянского государственного аграрного университета».

**Рецензенты:**

С.А. Никишонков начальник компрессорного цеха ООО БМПК

С.А. Костикова председатель ЦМК профессиональных модулей Мичуринского  
филиала ФГБОУ ВО Брянского ГАУ

УДК 621.57 (07)  
ББК 31.392 я 73

© Бохан К.А., 2015  
© Мичуринский  
филиал ФГБОУ ВО  
«Брянский государственный  
аграрный университет», 2015.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	5
<b>РАЗДЕЛ I. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.</b>	6
<i>ГЛАВА 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.</i>	6
1.1. Цели и задачи технической эксплуатации.	6
1.2. Норматив численности, состав и обязанности рабочего персонала.	7
1.3. Приемка и сдача смен.	11
1.4. Функциональные обязанности машиниста.	12
1.5. Регламент обслуживания холодильных установок.	13
1.6. Размещение планировка и оснащение рабочего места машиниста.	14
1.7. Требования техники безопасности и производственной санитарии к оснащению машинных отделений.	15
<i>ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ.</i>	18
2.1. Общие требования, предъявляемые к обслуживанию холодильных установок.	19
2.2. Пуск компрессоров одноступенчатого сжатия.	24
2.3. Пуск двухступенчатой холодильной установки.	24
2.4. Особенности пуска ротационных и винтовых компрессоров.	25
2.5. Порядок останова холодильных установок	26
2.6. Удаление масла. Регенерация масла.	28
2.7. Удаление воздуха. Удаление влаги.	31
2.8. Обеспечение герметичности системы.	33
2.9. Определение мест утечек аммиака.	34
2.10. Определение концентрации паров аммиака в воздухе помещений.	36
2.11. Определение аммиака в рассоле и циркуляционной воде.	38
2.12. Пополнение системы хладагентом и хладоносителем.	39
2.13. Наполнение баллонов аммиаком из системы.	39
2.14. Обработка охлаждающей воды.	40
2.15. Удаление накипи.	42
2.16. Оттаивание охлаждающих приборов.	44
2.17. Защита элементов холодильной установки от коррозии.	46
2.18. Техническое освидетельствование аппаратов.	48
2.19. Хранение и транспортировка аммиака.	51
<i>ГЛАВА 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АППАРАТОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.</i>	52
3.1. Обслуживание конденсаторов.	53
3.2. Обслуживание испарителей и воздухоохладителей.	53
3.3. Обслуживание линейного и циркуляционного ресиверов, промежуточных сосудов.	54
<i>ГЛАВА 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПРЕССОРОВ И КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ.</i>	55
4.1. Основные причины отклонения работы холодильной установки от нормальной, их обнаружение и устранение.	55
4.2. Обслуживание поршневых компрессоров.	63
4.3. Обслуживание ротационных и винтовых компрессоров.	67
4.4. Смазка холодильных компрессоров. Обслуживание системы смазки компрессоров.	67
<i>ГЛАВА 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И</i>	69

<i>ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ</i>	
5.1. ОБСЛУЖИВАНИЕ РАССОЛЬНЫХ СИСТЕМ.	69
5.2. ОБСЛУЖИВАНИЕ ФИЛЬТРОВ, ГРЯЗЕУЛОВИТЕЛЕЙ, МАСЛОУДЕЛИТЕЛЕЙ И МАСЛОСБОРНИКОВ.	70
5.3. ОБСЛУЖИВАНИЕ ГРАДИРЕН, БРЫЗГАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ, НАСОСОВ.	71
5.4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ И КОНТРОЛЯ.	71
<i>ГЛАВА 6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН И ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.</i>	74
6.1. ПУСК И РЕГУЛИРОВАНИЕ.	74
6.2. ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.	75
<i>ГЛАВА 7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.</i>	76
7.1. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ АММИАКОМ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.	76
7.2. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОТРАВЛЕНИИ АММИАКОМ.	79
7.3. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ.	80
7.4. ДЕЙСТВИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА В АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ.	83
<b>Раздел II РЕМОНТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК</b>	85
<i>Глава 8. ИЗНОС ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМА ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА.</i>	85
8.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ.	85
8.2. ИЗНОС ОБОРУДОВАНИЯ.	87
8.3. СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ, СПОСОБЫ И МЕТОДЫ РЕМОНТА.	89
8.4. ПОРЯДОК ПЕРЕДАЧИ ОБОРУДОВАНИЯ В РЕМОНТ.	92
<i>ГЛАВА 9. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ.</i>	95
9.1. ДЕФЕКТАЦИЯ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ.	95
9.2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ.	100
9.3. БАЛАНСИРОВКА ВРАЩАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ.	108
<i>ГЛАВА 10. РЕМОНТ КОМПРЕССОРОВ.</i>	109
10.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА КОМПРЕССОРОВ.	109
10.2. РЕМОНТ ФУНДАМЕНТОВ И КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ.	114
10.3. РЕМОНТ ЦИЛИНДРОВ И ДЕТАЛЕЙ ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ.	115
10.4. РЕМОНТ МЕХАНИЗМА ДВИЖЕНИЯ.	120
10.5. РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ И УПЛОТНИТЕЛЕЙ	124
10.6. РЕМОНТ КЛАПАНОВ.	126
10.7. СБОРКА КОМПРЕССОРА ПОСЛЕ РЕМОНТА.	128
10.8. ОБКАТКА И ИСПЫТАНИЕ КОМПРЕССОРА ПОСЛЕ РЕМОНТА.	131
10.9. РЕМОНТ ВИНТОВЫХ И РОТАЦИОННЫХ КОМПРЕССОРОВ.	133
<i>ГЛАВА 11. РЕМОНТ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ.</i>	136
11.1. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ.	136
11.2. РЕМОНТ АРМАТУРЫ И ТРУБОПРОВОДОВ.	143
11.3. РЕМОНТ НАСОСОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ.	146
11.4. РЕМОНТ ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ.	150
<i>ГЛАВА 12. РЕМОНТ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.</i>	152
12.1. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.	152
12.2. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ГЕРМЕТИЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ.	154
<b>ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ</b>	157
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b>	159

## ВВЕДЕНИЕ

*Холодильные установки* - это комплекс холодильных машин и вспомогательного оборудования, необходимого для работы систем искусственного охлаждения. К вспомогательному оборудованию относят насосы для подачи жидких хладагентов, охлаждающей воды, хладоносителей, масла, емкости для приготовления рассола, маслоотделители, фильтры, ресиверы и другое подобное оборудование, не участвующее непосредственно в основных теплообменных процессах.

*Эксплуатация холодильной установки* (изложена в первом разделе учебного пособия) включает в себя следующие операции: пуск в работу и выключение, регулирование режима работы для поддержания заданных параметров во время работы, техническое обслуживание. В ходе эксплуатации необходим анализ работы установки с целью своевременного определения и устранения неполадок.

*Ремонт холодильных установок* (ему посвящен второй раздел) - это совокупность мероприятий по поддержанию и восстановлению работоспособности и долговечности холодильных установок.

Таким образом, надежность, долговечность и экономичность холодильных установок во многом зависят от правильной эксплуатации, своевременного ремонта, модернизации оборудования на основе достижений научно-технического прогресса и от квалификации рабочих.

Данное пособие составлено для студентов, обучающихся по специальностям 15.02.05. Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании; 15.02.06. Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям).

*Цель* данного пособия - помочь в организации самостоятельной работы обучающихся, облегчить им изучение теоретического и практического курса профессиональных модулей по выбранной специальности.

*Задачи* учебного пособия:

- ✓ изложение системы знаний по указанным специальностям;
- ✓ раскрытие содержания профессиональных модулей в форме, удобной для изучения и усвоения;
- ✓ управление познавательной деятельностью обучающихся.

*Основные функции*, выполняемые учебным пособием:

- ✓ информационно-познавательная;
- ✓ справочная;
- ✓ стимулирующая или мотивационная;
- ✓ самообразования;
- ✓ самоконтроля или закрепления знаний.

При написании пособия составитель руководствовался действующими нормативными документами (см. использованные источники). За основу взяты труды Невейкина В.Ф., также были использованы работы следующих ученых и специалистов: Игнатьева В.Г.; Онищенко Н.П.; Яцкова А.Д.; Якшарова Б.П. и др. Информационной и справочной базой послужили разнообразные интернет-ресурсы.

## РАЗДЕЛ I. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.

### ГЛАВА I. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.

- 1.8. *Цели и задачи технической эксплуатации.*
- 1.9. *Норматив численности, состав и обязанности рабочего персонала.*
- 1.10. *Приемка и сдача смен.*
- 1.11. *Функциональные обязанности машиниста.*
- 1.12. *Регламент обслуживания холодильных установок.*
- 1.13. *Размещение планировка и оснащение рабочего места машиниста.*
- 1.14. *Требования техники безопасности и производственной санитарии к оснащению машинных отделений.*

#### 1.1. Цели и задачи технической эксплуатации.

Холодильная установка рассчитывается на требуемый режим работы при максимальной сумме внешних и внутренних теплопритоков. Реальные условия могут существенно отличаться от расчетных.

*Цель эксплуатации* -поддержание требуемого температурного режима в охлаждаемых объектах и технологическом оборудовании.

*Основной задачей технической эксплуатации холодильной установки является* обеспечение заданного режима за счет экономичной и надежной ее работы, безопасной для людей и безвредной для окружающей среды.

Таким образом, техническая эксплуатация холодильной установки включает:

- ✓ ее обслуживание — пуск, остановка и регулирование режима работы, который характеризуется температурами кипения, конденсации, переохлаждения, всасывания и нагнетания;
- ✓ поддержание заданного температурного режима в охлаждаемых объектах;
- ✓ подача промежуточного хладоносителя в производственные цехи;
- ✓ устранение неисправностей в работе и проведение мелкого текущего ремонта оборудования;
- ✓ ведение учета работы холодильной установки.

При эксплуатации холодильной установки необходимы:

- ✓ регулярная проверка состояния всего оборудования;
- ✓ проведение мероприятий, обеспечивающих эффективную и безопасную работу установки;
- ✓ систематическое наблюдение за работой машин, аппаратов, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации;
- ✓ выявление и своевременное устранение причин, нарушающих нормальный режим работы;
- ✓ проведение в установленные сроки профилактических осмотров и ремонтов;
- ✓ повышение надежности и эффективности работы установки;

- ✓ совершенствование и модернизация оборудования.

В настоящее время эксплуатация средних и крупных холодильных установок требует круглосуточного дежурства обслуживающего персонала (механики, машинисты, дежурные электрики, слесари-ремонтники, слесари по контрольно-измерительным приборам и автоматике). Общее руководство технической эксплуатацией холодильной установки осуществляет главный инженер холодильника, которому непосредственно подчиняется начальник компрессорного цеха. Эксплуатацию осуществляют с обязательным соблюдением существующих правил техники безопасности:

- ✓ Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок,
- ✓ Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением,
- ✓ Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и др.

## **1.2. НОРМАТИВ ЧИСЛЕННОСТИ, СОСТАВ И ОБЯЗАННОСТИ РАБОЧЕГО ПЕРСОНАЛА.**

Численность машинистов и слесарей-ремонтников, обслуживающих аммиачные холодильные установки с частичной автоматизацией, независимо от их ведомственного подчинения должна соответствовать «Нормативам численности рабочих холодильных установок». К частично автоматизированным относятся холодильные установки, у которых автоматизируются отдельные узлы или участки процесса, а регулирование работы холодильной установки в целях поддержания заданных режимов в объектах охлаждения осуществляется обслуживающим персоналом. Указанные нормативы численности установлены в зависимости от количества компрессоров, их производительности и степени автоматизации (см. приложение 1).

Допускается с разрешения технической инспекции охраны профсоюза обслуживать холодильные установки меньшим количеством рабочих, чем это предусмотрено указанными нормативами, при условии соблюдения правильной эксплуатации холодильного оборудования, правил техники безопасности и требуемого температурного режима в охлаждаемых помещениях и технологических аппаратах. Обслуживающий персонал холодильной установки должен иметь соответствующую квалификацию и хорошо знать оборудование и правила его безопасной эксплуатации.

Состав работы машинистов холодильных установок следующий:

- ✓ обслуживание холодильных установок различных систем и разной мощности;
- ✓ поддержание наивыгоднейшего режима работы холодильных установок при обеспечении заданного температурного режима в охлаждаемых помещениях и технологических аппаратах;
- ✓ регулирование работы компрессоров, аммиачных и водяных насосов, ресиверов, конденсаторов, испарителей, воздухоохладителей, воздухоотделителей;

- ✓ наблюдение за состоянием электродвигателей, трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов, предохранительных устройств и средств автоматики;
- ✓ определение наличия и устранение неполадок в их работе;
- ✓ участие во всех видах ремонтных работ, приемке и испытании отремонтированного оборудования;
- ✓ ведение записей о работе холодильных установок, расходе электроэнергии, хладагентов и других эксплуатационных материалов.

Машинист холодильной установки должен знать:

- ✓ ее устройство, правила обслуживания, принцип работы, системы аммиачных, рассольных и водяных трубопроводов, а также порядок выполнения работ по пуску, остановке и регулированию режима работы установки и ее элементов в соответствии с инструкциями по обслуживанию оборудования;
- ✓ правила безопасной работы с электроустановками (в объеме не ниже II квалификационной группы);
- ✓ характеристики и свойства хладагента;
- ✓ параметры нормального режима работы холодильной установки;
- ✓ правила зарядки установки хладагентом.

К составу работ, выполняемых слесарем-ремонтником холодильной установки, относятся:

- ✓ промывка, очистка, протирка и смазка деталей и механизмов холодильного оборудования;
- ✓ разборка, ремонт, сборка, испытание отдельных узлов и механизмов;
- ✓ изготовление простых приспособлений для ремонта и сборки;
- ✓ слесарная обработка деталей по 2—7 классам точности;
- ✓ текущий и средний ремонты, проверка и регулирование компрессоров, водяных и рассольных насосов, ресиверов, конденсаторов, испарителей, трубопроводов, арматуры, предохранительных устройств, приборов и аппаратуры;
- ✓ испытание, регулирование и сдача холодильного оборудования после ремонта.

Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике обязан знать:

- ✓ правила безопасной работы с электроустановками (в объеме не ниже IV квалификационной группы);
- ✓ устройство, правила обслуживания, принцип действия и приемы наладки автоматических приборов установки, щитов и пультов, системы автоматизации и защиты компрессоров и насосов от опасных режимов работы и аварий;
- ✓ принцип работы холодильной установки.

Машинисты, слесари по КИПиА и слесари-ремонтники должны, кроме того, уметь пользоваться средствами пожаротушения и индивидуальной защиты и знать соответствующие правила техники безопасности, правила оказания доврачебной помощи при отравлении аммиаком и поражении электрическим током, правила и



приемы ремонта оборудования и систем, порядок ведения суточного журнала работы компрессорного цеха.

Инженерно-технический персонал, ответственный за эксплуатацию холодильной установки, а также весь обслуживающий персонал должен уметь правильно действовать при опасном отклонении от нормального режима работы установки, возникновении аварийной ситуации и прорыве аммиака.

К обслуживанию холодильных установок допускаются лица, достигшие восемнадцатилетнего возраста, прошедшие медицинское освидетельствование и имеющие удостоверение об окончании специального учебного заведения или курсов: по эксплуатации холодильных установок — для механика и машиниста и по автоматизации холодильных установок — для слесарей по контрольно-измерительным приборам и автоматике.

Самостоятельное обслуживание холодильных установок может быть поручено машинистам только после прохождения стажировки сроком не менее 1 мес (в результате которой они должны освоить обслуживание конкретной установки и поддержание нормальных режимов ее работы) и соответствующей проверки знаний. Стажировка должна проводиться опытными наставниками. Допуск к стажированию и самостоятельной работе осуществляется распоряжением по предприятию.

В машинном отделении должны быть вывешены на видном месте:

- ✓ инструкции по устройству и безопасной эксплуатации холодильных установок;
- ✓ инструкции по обеспечению машин и аппаратов (сосудов) с указанием последовательности операций при пуске и остановке их;
- ✓ графики профилактического осмотра оборудования и выпуска масла из системы;
- ✓ инструкции по эксплуатации холодильной системы (охлаждающих устройств);
- ✓ инструкции по обслуживанию контрольно-измерительных приборов и средств автоматике;
- ✓ инструкции по оказанию доврачебной помощи при отравлении аммиаком и поражении электрическим током;
- ✓ инструкции по действиям персонала при ликвидации прорыва аммиака и возникновении аварийной ситуации («влажный» ход компрессора и др.);
- ✓ инструкции по пожарной безопасности и по охране труда;
- ✓ годовые и месячные графики проведения планово-предупредительного ремонта;
- ✓ схемы аммиачных, рассольных и водяных трубопроводов с пронумерованными в них и соответственно в натуре запорной арматурой и приборами автоматике (в случае внесения изменений в холодильную установку схемы трубопроводов должны быть соответственно исправлены в двухнедельный срок);
- ✓ указатели нахождения средств индивидуальной защиты;
- ✓ номера телефонов скорой помощи, пожарной команды, диспетчера электросети, начальника компрессорного цеха (домашний телефон);

- ✓ номера телефонов и адрес организации, обслуживающей автоматизированную холодильную установку.

В машинном отделении должны находиться:

- ✓ разработанные применительно к данной холодильной установке и усвоенные персоналом производственные инструкции по обслуживанию всей установки в целом, а также отдельных ее агрегатов и элементов;
- ✓ должностные инструкции по каждой профессии;
- ✓ в необходимом количестве инструмент, запасные части, контрольно-измерительные приборы, индикаторная бумага, средства индивидуальной защиты; аптечка, огнетушители, ящик с песком (у выхода).

Производственные инструкции должны содержать:

- ✓ краткое описание агрегата или элемента установки и схему его присоединения к магистральным трубопроводам;
- ✓ порядок обслуживания оборудования при автоматизированном и ручном управлении как при нормальной работе, так и при отклонениях от нормального режима;
- ✓ последовательность выполнения операции при пуске и остановке;
- ✓ меры безопасности, которые следует принимать при аварийном состоянии оборудования, в частности при прорыве хладагента в зависимости от места нарушения герметичности;
- ✓ порядок ремонтов, осмотров и проверок оборудования.

В действующие инструкции должны своевременно вноситься изменения, связанные с усовершенствованием и автоматизацией оборудования, а также с изменением правил техники безопасности.

У входа в охлаждаемые помещения должна быть вывешена инструкция по охране от повреждения установленного в них холодильного оборудования и трубопроводов.

Вход посторонним лицам в помещения машинного и аппаратного отделений запрещается. Снаружи у входных дверей этих помещений должны быть установлены звонки для вызова обслуживающего персонала, а также вывешены предупредительные надписи «вход посторонним воспрещен».

Эксплуатация компрессоров, мешалок испарителей, насосов и других машин и механизмов при неисправном состоянии ограждений ременных передач и вращающихся частей не разрешается. Допуск к движущимся частям машины разрешается только после выключения ее из работы и принятия мер к недопущению пуска посторонними лицами.

На предприятии приказом должно быть назначено лицо, ответственное за исправное состояние, правильную и безопасную эксплуатацию холодильных машин и установок. Ответственное лицо обязано осуществлять регистрацию холодильных аппаратов (сосудов), вести постоянный надзор за ними в процессе эксплуатации и своевременно предъявлять их техническому освидетельствованию.

Администрация предприятия несет ответственность за выполнение требований правил и инструкций по технике безопасности. На администрацию предприятия возлагается проведение инструктажа рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной технике и другим правилам охраны

труда, а также постоянный контроль за соблюдением работающими всех требований и инструкций по охране труда. Контроль за выполнением этих требований осуществляют инженер по охране труда предприятия, заводской комитет профсоюза и технический инспектор труда профсоюза.

Должностные лица предприятий, виновные в нарушении правил и инструкций по охране труда, несут личную ответственность, независимо от того, привело ли это нарушение к аварии или несчастному случаю с людьми. Они отвечают также за нарушения, допущенные их подчиненными. В зависимости от характера нарушений и их последствий указанные лица несут ответственность в установленном законодательством порядке. Оборудование холодильной установки и вентиляционные устройства машинного и аппаратного отделений должны ежедневно подвергаться осмотру ответственным за их эксплуатацию лицом (с занесением замеченных дефектов и мер по их устранению в журнал работы компрессорного цеха).

В зимнее время при перерывах в работе машинного отделения холодильной установки и возможности замерзания воды необходимо спускать ее из охлаждающих рубашек цилиндров и сальников компрессоров, водяных насосов, конденсаторов закрытого типа, переохладителей и других аппаратов, а также водяных трубопроводов, для чего должны быть предусмотрены спускные краны.

### **1.3. ПРИЕМКА И СДАЧА СМЕН.**

Машинисты обязаны явиться на работу по графику, за 20—30 мин до начала смены. В случае болезни они должны заблаговременно до начала смены поставить об этом в известность начальника компрессорного цеха или механика. Приемку и сдачу смены оформляют соответствующими записями в суточном журнале с подписями сдающего и принимающего. В журнале записывают все неисправности и ненормальности в работе компрессоров, вспомогательного оборудования, арматуры, приборов автоматики и средств автоматизации, замеченные работающими в смене или обнаруженные принимающими смену машинистами.

Сдающие смену машинисты обязаны ознакомить принимающих дежурство с состоянием и режимом работы оборудования, графиком нагрузки компрессорного цеха и сообщить, какое оборудование находится в резерве и ремонте, какие ремонтные работы проводились и должны проводиться в ближайшую смену. Принимающие дежурство машинисты должны до начала смены работы ознакомиться с записями в суточном журнале и по суточным ведомостям со всеми распоряжениями, которые были сделаны за время, прошедшее после сдачи предыдущего дежурства, а также с изменениями в эксплуатации оборудования, неполадками и неисправностями, обнаруженными за этот период.

После этого принимающие смену машинисты обязаны:

- ✓ проверить, правильно ли открыты вентили;
- ✓ исправно ли работают компрессоры, насосы и другое оборудование;
- ✓ уровень рассола в испарителях открытого типа и льдогенераторах и его концентрацию;

- ✓ достаточно ли поступает охлаждающей воды на конденсаторы, в охлаждающие рубашки компрессоров;
- ✓ состояние резервных водяных и рассольных насосов кратковременным пуском их в работу;
- ✓ исправность контрольно-измерительных приборов, аварийной вентиляции и аварийного освещения; наличие пломб на манометрах, предохранительных клапанах и опломбированных вентилях;
- ✓ наличие медикаментов в аптечке с противоаммиачными средствами, противогазов, защитных костюмов, противопожарного инвентаря, смазочных масел, прокладочного и обтирочного материала, необходимых инструментов (набор гаечных ключей, просечек, зубил, молотков);
- ✓ исправность электрического освещения во всех помещениях, туннелях и на лестницах.

При сдаче и приемке все оборудование и рабочее место машинистов должны находиться в полном порядке. Неисправность или загрязненность оборудования сдающие смену машинисты обязаны устранить. Только убедившись в исправности всего оборудования, машинисты принимают смену и расписываются в суточном журнале. Если во время приемки смены обнаружались неисправности, то об этом надо поставить в известность начальника компрессорного цеха или механика и в дальнейшем действовать по их указанию.

Машинисты, принимающие смену, должны помнить, что за неисправности и ненормальное состояние оборудования, возникшие в предыдущей смене, но не отмеченные в журнале при приемке дежурства, отвечают они. Если сменяющий машинист на дежурство не явился, надо поставить в известность администрацию и продолжать работу, организовав смену из сменяющего и одного из сменяемых. Сдача смены машинисту, явившемуся на работу больным или в нетрезвом состоянии, категорически запрещается.

#### **1.4. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЯЗАННОСТИ МАШИНИСТА.**

В функциональные обязанности машиниста холодильных установок входят:

- ✓ ознакомление при приемке смены с записями предшествующей смены в суточном журнале и со всеми распоряжениями, которые были сделаны за время, прошедшее после сдачи предыдущего дежурства, а также с указаниями об изменениях в эксплуатации оборудования, неполадками и неисправностями, обнаруженными за этот период;
- ✓ тщательная проверка при приемке смены состояния обслуживаемого оборудования; резервных водяных и рассольных насосов, контрольно-измерительных приборов, аварийной вентиляции и аварийного освещения; правильности открытия регулирующих вентилях, концентрации рассола; количества поступающей на конденсатор охлаждающей воды; наличия, пломб на манометрах и предохранительных клапанах, медикаментов в аптечке с противоаммиачными средствами,

- противогазов, смазочных масел, необходимых инструментов, прокладочных и обтирочных материалов;
- ✓ пуск, остановка и поддержание оптимальных режимов работы компрессоров и другого холодильного оборудования, обеспечивающих необходимую температуру в охлаждаемых объектах, согласно установленным требованиям, соблюдение норм расхода электроэнергии и эксплуатационных материалов;
  - ✓ наблюдение за работой обслуживаемого оборудования — электродвигателей, компрессоров, насосов, вентиляторов, холодильных аппаратов, контрольно-измерительных приборов и др.; смазка движущихся частей оборудования согласно картам смазки; обслуживание трубопроводов и арматуры; добавление аммиака в систему из баллонов и цистерн (в присутствии механика);
  - ✓ удаление из систем воздуха и масла;
  - ✓ снятие снеговой шубы с поверхностей охлаждающих приборов;
  - ✓ профилактический ремонт оборудования;
  - ✓ участие в планово-предупредительном ремонте;
  - ✓ выявление неисправностей и неполадок в работе, их предупреждение и устранение;
  - ✓ соблюдение правил техники безопасности, противопожарной техники и внутреннего трудового распорядка.

### **1.5. РЕГЛАМЕНТ ОБСЛУЖИВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.**

Регламент обслуживания установок машинистами определяется конкретными организационно-техническими условиями производства и характером выполняемых работ. Он составляется с учетом данных о количественном составе оборудования, его качественных характеристиках, планировки, профессионально-квалификационного состава машинистов и их конкретной расстановки и фиксируется в технической документации (инструкциях, правилах, паспортах оборудования, схемах), графиках работы персонала, сменном (суточном) и ремонтном журналах.

В графиках следует предусматривать:

- ✓ периодичность выполнения работ по обслуживанию производства;
- ✓ календарные сроки, время начала и окончания работ, последовательность их выполнения;
- ✓ постоянный надзор и уход за закрепленным оборудованием и сокращение внутрисменных простоев, вызванных профилактикой и ремонтом;
- ✓ использование наиболее эффективных способов поддержания оборудования в рабочем состоянии.

График работы персонала устанавливается администрацией в соответствии с нормами КЗоТ с учетом продолжительности рабочей смены (8 ч), объема выработки холода, предусмотренного планом соответствующего периода года, количества работающих компрессоров в отдельные смены, условий обслуживания основного производства, холодильных камер и сроков проведения планово-предупредительного ремонта оборудования.

В суточном журнале ведется учет режима работы и эксплуатационных затрат в течение суток. Дежурная смена машинистов записывает в нем время пуска и остановки компрессоров, испарителей, насосов, вентиляторов, воздухоохладителей и другого оборудования, а также время включения в работу и отключения холодильных камер. Через каждые 2 ч для каждого компрессора записывают температуру кипения, всасывания, нагнетания и конденсации паров аммиака; температуру рассола на входе и выходе из испарителей; воды на входе и выходе из конденсатора и наружного воздуха. Кроме того, три раза в сутки записывают показания электросчетчиков и водомеров, температуру воздуха в холодильных камерах. Ежедневно определяют плотность рассола, указывают расход электроэнергии и воды.

В этот журнал вносят также сведения о пополнении системы хладагентом, заполнении систем смазки маслом, удалении масла из маслоотделителей и маслобензосборников, расходе эксплуатационных материалов, снятии с поверхностей охлаждающих батарей снеговой шубы, замечания дежурных смен и др. Машинисты при приеме и сдаче дежурств обязательно должны расписываться в журнале.

Форма суточного журнала (см. приложение 2) зависит от системы охлаждения холодильных камер, характера производства, а также от количества машин, аппаратов, камер и т. д. На основании данных суточных журналов составляются месячные и годовые отчеты по эксплуатации холодильных установок.

При разработке карт организации труда, регламентирующих работу машинистов холодильных установок, следует учитывать уровень технической оснащенности предприятия (цеха, участка), возможность проведения мероприятий по улучшению санитарно-гигиенических условий труда машинистов и совершенствованию процесса производства холода, предусматривать согласование регламента работы холодильной установки с режимом основного производства.

## **1.6. РАЗМЕЩЕНИЕ ПЛАНИРОВКА И ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА МАШИНИСТА.**

Одним из условий безаварийной и экономичной эксплуатации холодильной установки является рациональное размещение и правильная организация рабочего места машиниста.

При планировке рабочего места машиниста холодильной установки необходимо предусмотреть:

- ✓ хороший обзор оборудования и контрольно-измерительных приборов;
- ✓ оптимальную освещенность;
- ✓ надежную связь и сигнализацию;
- ✓ возможность предупреждения неблагоприятных факторов воздействия внешней среды (температура и влажность воздуха, шум и вибрация, наличие в помещении паров аммиака);
- ✓ обеспечения необходимыми запасными частями, эксплуатационными материалами, контрольно-измерительными приборами и инструментами.

Рабочее место должно быть расположено на участке, удобном для наблюдения за работой оборудования, показаниями контрольно-измерительных приборов, состоянием средств автоматики и сигнализации.

Оснащается рабочее место столом с тумбой для хранения технической и отчетной документации и справочной литературы; шкафом для хранения средств индивидуальной защиты (противогазы марки К, аппараты сжатого воздуха АСВ, противоаммиачный комбинезон, резиновые перчатки); стульями и аптечкой. Противогазы должны проверяться в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

Непосредственно у рабочего места должны находиться номера телефонов скорой помощи и пожарной команды.

Для обучения машинистов и более полного усвоения правил и инструкций по технике безопасности и эксплуатации холодильного оборудования на видном месте вывешивается следующая документация:

- ✓ планы этажей, на которых указано оборудование охлаждаемых помещений;
- ✓ схемы аммиачных, рассольных и водяных трубопроводов;
- ✓ инструкции по эксплуатации холодильных установок, машин и аппаратов (они должны быть вывешены у каждой машины и аппарата);
- ✓ графики дежурств обслуживающего персонала, профилактического осмотра оборудования, планово-предупредительного ремонта, удаления масла из системы;
- ✓ таблица, характеризующая тепловые нагрузки потребителей, и нормы заполнения холодильного оборудования аммиаком;
- ✓ график холодопроизводительности компрессоров в зависимости от температурного режима работы;
- ✓ выписки из правил техники безопасности и правил оказания первой (доврачебной) помощи при отравлении парами аммиака, удушье, поражении электрическим током и ожогах; инструкция по пожаротушению;
- ✓ правила внутреннего распорядка.

Обслуживающий персонал должен поддерживать постоянную связь с потребителями холода, знать изменения в его расходе на ближайший период, следить за температурой в охлаждаемых помещениях, появлением снеговой шубы на охлаждающих батареях и др.

В процессе выполнения своих функциональных обязанностей машинисты поддерживают постоянную связь с цехами, использующими холод, механиком и ремонтными службами. Для этого рабочее место их оснащается телефонной связью. Кроме телефонной с механиком поддерживается личная связь.

Рабочее место машиниста оснащается приборами для дистанционного определения температуры воздуха в охлаждаемых камерах, а также световой и звуковой сигнализацией.

## **1.7. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ К ОСНАЩЕНИЮ МАШИННЫХ ОТДЕЛЕНИЙ.**

Помещения машинного и аппаратного отделений могут быть расположены в отдельно стоящем здании или встроены в здание холодильника и отделены

капитальной стеной без оконных и дверных проемов. Ограждающие конструкции здания машинного и аппаратного отделений должны иметь легкобрасываемые элементы (окна, двери) общей площадью не менее 0,03 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> объема здания. Машинное отделение должно располагаться на первом этаже. Над и под машинным отделением не разрешается располагать помещения с постоянными рабочими местами и бытовые помещения. Необходимо наличие двух взаимоудаленных выходов, один из которых обязательно должен быть непосредственно наружу. Допускается устройство одного выхода для машинного отделения площадью не более 40 квадратных метров при условии размещения холодильного оборудования у стены, противоположной выходу. Из помещения аппаратного отделения, кроме выхода в машинное отделение, обязателен выход наружу, в противном случае обособленное аппаратное отделение не должно предусматриваться.

Основные требования техники безопасности запрещают доступ посторонних людей в машинное отделение. На входных дверях вывешивается табличка «Компрессорный цех. Посторонним вход воспрещен. Помещение В-1б». Двери цеха должны открываться наружу. Для вызова машиниста устанавливается звонок.

Ещё одно важное положение основных требований техники безопасности при эксплуатации холодильных установок. Вне помещения у выходов из компрессорного цеха на стене монтируют *кнопки аварийного отключения* всего оборудования машинного отделения. Одновременно с остановкой компрессоров, насосов и вентиляторов включается аварийная вентиляция от отдельного источника тока.

В холодильных камерах с температурой ниже 0°С должна быть организована система световой и звуковой сигнализации «Человек в камере». Она устанавливается около дверей камеры на высоте не более 50 см от пола и выводится в компрессорный цех на пульт управления или сигнальный щит.

Пол компрессорного цеха не должен быть ниже уровня прилегающей территории. Полы делаются ровные, нескользкие, из негорючего материала.

Центральный пульт управления (ЦПУ) устраивается при наличии централизованного управления, регулирования и сигнализации. Размещается в обособленном помещении рядом с компрессорным цехом или внутри него. В разделяющей стене допускается оконный проем площадью не более 3 м<sup>2</sup>.

Бытовые помещения для переодевания, санузел, комната приема пищи, кабинет начальника цеха, слесарный участок, кладовая должны быть отделены от компрессорного цеха негорючей стеной и иметь выход наружу.

Ещё одно важное положение основных требований техники безопасности при эксплуатации холодильных установок. В машинном отделении должна быть оборудована *аптечка общего назначения*, содержащая стерильные перевязочные материалы; кровоостанавливающие средства; мазь Вишневского или пенициллиновую мазь; двууглекислую соду; темные защитные очки; деревянные лопатки для наложения мази; нашатырный спирт и валериановые капли.

В *противоаммиачной аптечке* должны быть 1—2 %-й раствор лимонной кислоты; 3 %-й раствор молочной кислоты; 2—4 %-й раствор борной кислоты; 1 %-й раствор новокаина, кодеин и спирт.

В *противохладоновой аптечке* должен быть нашатырный спирт (для дыхания).



Рекомендуется иметь баллон с медицинским кислородом и оборудованием к нему.

**Средства индивидуальной защиты от поражения аммиаком** — противогазы типа КД (цвет коробки — серый), аппараты сжатого воздуха типа АСВ, универсальные спасательные гидрокостюмы типа УСГК и резиновые перчатки — должны находиться на отведенных для этого местах. Средства индивидуальной защиты от поражения аммиаком будут подробно рассмотрены далее (см. тему «Техника безопасности при техническом обслуживании холодильного оборудования»).

У основного входа в машинное отделение должен быть установлен пожарный щит со следующим набором: 2 огнетушителя, ящик с песком, асбестовое полотно, 2 лома, 2 топора, 2 лопаты и металлический багор.

Оборудование щита опечатывается или пломбируется. На щите должна находиться опись всего набора. Щит окрашивается в белый цвет с красной каймой (окантовкой) по краям шириной 40 мм. Пожарный инструмент, огнетушители и ящики окрашиваются в красный цвет; металлические части топоров, лопат, а также ломы и багры — в черный.

**Вентиляция** машинного и аппаратного отделения *аммиачных* холодильных установок должна быть приточно-вытяжной, принудительной со следующей кратностью воздухообмена за 1 ч: приток — по расчету, но не менее 2; вытяжка — по расчету, но не менее 3; аварийная вытяжка — не менее 8 (без учета производительности постоянно действующей вытяжной вентиляции). Она должна иметь пусковые устройства как внутри этих помещений, так и снаружи.

Заборники приточной вентиляции устраиваются в нижней части стены на высоте 0,3—1 м от пола, вытяжка — сверху на максимальном удалении от заборников.

Приточные и вытяжные воздуховоды рекомендуется размещать на противоположных стенах машинного зала. Воздух удаляется из помещения без очистки.

В помещениях *хладоновых* установок приточная и вытяжная (она же аварийная) вентиляция должна быть принудительная с кратностью не менее 3. Всасывающее отверстие вытяжного вентилятора должно быть расположено на расстоянии 1,0—1,5 м от пола.

**Система отопления** рекомендуется воздушная, совмещенная с приточной вентиляцией без рециркуляции с целью поддержания температуры воздуха в компрессорном и аппаратном отделениях не ниже 16 °С при неработающем оборудовании.

Допускаются системы водяного и парового отопления. Температура теплоносителя не должна превышать 130°С.

**Освещение** машинных отделений применяется как естественное, так и искусственное.

*Естественное освещение* — через окна и фонари на перекрытиях.

*Искусственное освещение* осуществляется лампами накаливания и газоразрядными (люминесцентными) лампами. Последние долговечнее и

экономичнее, однако вызывают пульсацию светового потока, поэтому их рекомендуется подключать в разные фазы сети.

Различают общее, комбинированное и местное искусственное освещение.

При *общем освещении* минимальная освещенность 75 лк при использовании ламп накаливания и 150 лк при освещении газоразрядными лампами.

*Комбинированное освещение* состоит из общего освещения цеха и местного освещения рабочих поверхностей, приборов и т. д.

Для *местного освещения* используются светильники с отражателями. Применять только местное освещение запрещено.

Для местного освещения также используют переносные светильники при осмотре, ремонте и чистке компрессоров и аппаратов. Кроме того, применяются карманные и аккумуляторные фонари любого взрывозащищенного исполнения напряжением не более 12 В.

*Аварийное освещение* для кратковременных производственных работ должно включаться при отключении основного освещения, работать от автономного источника и составлять не менее 10 % от нормы освещенности этих мест.

Основные требования техники безопасности и производственной санитарии устанавливают допустимые значения уровня шума и вибрации для машинных отделений.

**Уровень шума** в компрессорном цехе не должен превышать допустимых норм, при которых в течение длительного времени не вызывается снижение остроты слуха и разборчива речь на расстоянии 1,5 м от говорящего. Для уменьшения шума ЦПУ ограждается звукоизоляцией и применяются звукозащитные кожухи оборудования. В качестве индивидуальных средств защиты машинистов применяются ушные тампоны, наушники и каски.

**Вибрация** рабочего оборудования не должна совпадать по частоте с частотой собственных колебаний тела человека и его внутренних органов (4—400 Гц). Для уменьшения вибрации насосы и вентиляторы устанавливают на упругие опоры и виброизолирующие фундаменты; патрубки присоединяют к трубопроводам и воздушным каналам с помощью гибких вставок; окружная скорость вентиляторов должна быть ограничена; фундаменты под компрессоры и компрессорные агрегаты выполняют отдельно стоящими от фундаментов стен здания и колонн; своевременно производят ремонт подшипников и устраняют биение валов оборудования.

## **ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ.**

### ***2.20. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОБСЛУЖИВАНИЮ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.***

#### ***2.21. ПУСК КОМПРЕССОРОВ ОДНОСТУПЕНЧАТОГО СЖАТИЯ.***

#### ***2.22. ПУСК ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.***

#### ***2.23. ОСОБЕННОСТИ ПУСКА РОТАЦИОННЫХ И ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ.***

#### ***2.24. ПОРЯДОК ОСТАНОВКИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК***

#### ***2.25. УДАЛЕНИЕ МАСЛА. РЕГЕНЕРАЦИЯ МАСЛА.***

#### ***2.26. УДАЛЕНИЕ ВОЗДУХА. УДАЛЕНИЕ ВЛАГИ.***

- 2.27. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ СИСТЕМЫ.**
- 2.28. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ УТЕЧЕК АММИАКА.**
- 2.29. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРОВ АММИАКА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ.**
- 2.30. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АММИАКА В РАССОЛЕ И ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ВОДЕ.**
- 2.31. ПОПОЛНЕНИЕ СИСТЕМЫ ХЛАДАГЕНТОМ И ХЛАДОНОСИТЕЛЕМ.**
- 2.32. НАПОЛНЕНИЕ БАЛЛОНОВ АММИАКОМ ИЗ СИСТЕМЫ.**
- 2.33. ОБРАБОТКА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ.**
- 2.34. УДАЛЕНИЕ НАКИПИ.**
- 2.35. ОТТАИВАНИЕ ОХЛАЖДАЮЩИХ ПРИБОРОВ.**
- 2.36. ЗАЩИТА ЭЛЕМЕНТОВ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ОТ КОРРОЗИИ.**
- 2.37. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ АППАРАТОВ.**
- 2.38. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА АММИАКА.**

## **2.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОБСЛУЖИВАНИЮ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.**

Обслуживание холодильных установок включает: подготовку ее к работе, пуск, регулирование подачи хладагента в испарительную систему, уход за холодильной установкой во время работы, остановку и выключение машин и аппаратов, соблюдение правил техники безопасности, поддержание в чистоте и исправности машин и рабочих помещений, а также заполнение необходимой отчетной документации.

Для успешного выполнения задач, стоящих перед обслуживающим персоналом, необходимы:

- ✓ исправность оборудования, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации;
- ✓ наличие в необходимом количестве запасных частей, инструмента, ремонтных приспособлений, воды, хладагента, хладоносителя и смазочных материалов;
- ✓ правильное заполнение систем хладагентом и промежуточным хладоносителем;
- ✓ отсутствие загрязнений на поверхностях теплопередачи;
- ✓ своевременная профилактика и проведение ремонтов;
- ✓ ведение сменного журнала работы компрессорного цеха и выявление нарушений режима работы установки;
- ✓ высокая квалификация обслуживающего персонала.

Порядок пуска холодильной установки зависит от типа компрессора, аппаратов и испарительной системы. Пуск проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации данной установки.

При подготовке холодильной установки к пуску вначале проверяют:

- ✓ состояние всего оборудования;
- ✓ наличие и исправность всех приборов управления, контроля, защиты и сигнализации, ограждения компрессора, насосов и мешалки;
- ✓ состояние муфты, соединяющей насос с электродвигателем;

- ✓ герметичность системы и наличие в ней достаточного количества хлад-агента;
- ✓ уровень масла в картере компрессора (масло в вертикальные и V-образные компрессоры наливают до уровня средней линии маслосмотрового стекла).

Проводят внешний осмотр компрессора, чтобы убедиться в отсутствии посторонних предметов, которые мешают пуску и могут вызвать аварию. Для того чтобы убедиться в свободном движении коленчатого вала компрессора, проворачивают вручную его маховик не менее чем на один оборот. При закрытой системе рассольного охлаждения включают рассольный насос, при открытой системе — рассольный насос и мешалку испарителя. Подают воду в конденсатор, переохладитель и в охлаждающую рубашку компрессора (при водяном охлаждении цилиндров); поступление воды в охлаждающую рубашку проверяют и регулируют по сливу ее в воронку (в процессе работы компрессора — по температуре отходящей воды).

При подготовке системы к пуску открывают запорные вентили на магистральных трубопроводах, коллекторах и аппаратах. На нагнетательном трубопроводе открывают запорные вентили от компрессора до конденсатора, от конденсатора до линейного ресивера, от линейного ресивера до коллектора регулирующей станции; при наличии в схеме аммиачного пере-охладителя включают его в работу.

Регулирующий вентиль должен быть закрыт. На всасывающем трубопроводе открывают вентили от испарительной системы до всасывающего вентиля компрессора. Нагнетательный и всасывающий вентили компрессора оставляют закрытыми.

Включение в работу компрессора после устранения неполадок, а также после длительной (более 24 ч) остановки осуществляют с разрешения механика компрессорного цеха или лица, его заменяющего. Если компрессор был остановлен в связи с окончанием работы или в соответствии с графиком, простоял менее 24 ч и нет запрещения на его пуск, а также если в журнале предыдущей сменой не отмечено никаких неполадок, то машинисты имеют право самостоятельно пустить его в работу.

При эксплуатации компрессора необходимо поддерживать оптимальный режим его работы с соблюдением требований техники безопасности. Параметры работы компрессоров, контролируемые с помощью измерительных приборов, не должны превышать значений, приведенных в инструкциях заводов-изготовителей.

*Нормальную работу поршневого компрессора характеризуют следующие признаки:*

- ✓ бесшумный спокойный ход компрессора;
- ✓ ритмичная работа его клапанов;
- ✓ равномерное покрытие инеем запорных всасывающих вентилях и крышек всасывающих клапанов;
- ✓ температура трущихся деталей не превышает 60 - 65 °С, температура смазочного масла — 50 °С;

- ✓ температура пара на всасывающей стороне компрессора выше температуры кипения аммиака на 5—10 °С (для одноступенчатых компрессоров и второй ступени двухступенчатых компрессоров) и 1—20 °С (для первой ступени двухступенчатых компрессоров);
- ✓ температура нагнетания компрессора не превышает максимально допустимую, приведенную в инструкции завода-изготовителя (обычно не более 130—145 °С);
- ✓ давление масла в картере поршневого компрессора превышает давление всасывания на 50—200 кПа (— 0,5—2 кгс/см<sup>2</sup>);
- ✓ уровень масла виден по смотровому стеклу;
- ✓ стрелки контрольно-измерительных приборов не дрожат, колеблются незначительно и равномерно;
- ✓ предохранительный клапан находится в исправном состоянии (трубка, соединяющая предохранительный клапан со всасывающей стороной, холодная);
- ✓ отсутствуют утечки хладагента;
- ✓ пропуски масла через сальник компрессора не превышают установленной нормы;
- ✓ температура воды на выходе из охлаждающей рубашки не превышает 45 °С;
- ✓ все приборы автоматической защиты подключены и исправны.

В соответствии с правилами техники безопасности температура нагнетаемых паров аммиака для современных компрессоров не должна превышать 160 °С (если заводской инструкцией не предусмотрено иное значение), а для горизонтальных тихоходных компрессоров старых марок 135 °С.

При уменьшении перегрева и быстром снижении температуры нагнетаемых паров аммиака, увеличении степени обмерзания стенок всасывающих полостей и появлении других признаков влажного хода (в поршневом компрессоре — приглушенный стук в нагнетательных клапанах и снижение давления смазки; в винтовом — изменение характера шума работы и снижение давления в системе смазки; в ротационном многолопаточном — изменение характера шума работы и увеличение уровня масла в маслоотделителе) необходимо немедленно остановить компрессор, закрыть запорные всасывающий и нагнетательный вентили, регулирующий вентиль и устранить причину влажного хода компрессора.

В неавтоматизированной холодильной установке, не оснащенной защитными ресиверами, перед подключением к работающему компрессору дополнительной тепловой нагрузки (например, холодильной камеры после ее ремонта или оттаивания батарей) прикрывают подачу жидкости в испарительную систему, закрывают всасывающий запорный вентиль у компрессора и только после подключения дополнительной тепловой нагрузки постепенно открывают последний, наблюдая за тем, чтобы температура нагнетаемых паров была не ниже допустимой.

При обслуживании холодильной установки надо внимательно следить за смазкой трущихся частей. Недостаточная смазка вызывает нагрев и быстрый износ трущихся частей, уменьшает срок их службы. При избытке масла ухудшается

процесс теплообмена в конденсаторе, испарителе и других теплообменных аппаратах.

*Нормальная работа системы смазки характеризуется следующими признаками:*

- ✓ уровень масла в картере поршневых компрессоров находится в пределах между  $\frac{2}{3}$  и 7г высоты смотрового стекла;
- ✓ давление масла, подаваемого масляным насосом в систему смазки, соответствует рекомендации завода-изготовителя: превышает давление в картере у поршневых компрессоров на 50—200 кПа (0,5—2 кгс/см<sup>2</sup>);
- ✓ температура масла в картере поршневого компрессора 55 - 60 °С при температуре окружающего воздуха до 30 °С;
- ✓ температура нагрева сальника не превышает 60 °С;
- ✓ у аммиачных компрессоров допускается вытекание масла через сальниковое уплотнение в количестве не более одной капли в 3 мин;
- ✓ количество масла, заправленного в картер компрессора, находится в пределах, указанных в инструкции.

*Признаки нормальной работы системы смазки винтовых агрегатов:* давление масла перед подачей в компрессор на 40— 60 кПа (— 0,4—0,6 кгс/см<sup>2</sup>) превышает давление конденсации, температура масла после маслоохладителя составляет 25—45 °С; температура подшипников не превышает 70 °С.

Для смазки механизма движения компрессора следует применять смазочное масло только тех марок, которые указаны в инструкции по обслуживанию данного типа компрессора. Несоблюдение этого требования может привести к быстрому выходу компрессора из строя и явиться причиной аварии.

Для смазки аммиачных тихоходных компрессоров применяют масло с низкой вязкостью (ХА, фригус, веретенное), быстроходных — масло повышенной вязкости (ХА-23, ХА-30, ХА-43 и ХМ-35).

*Масло считается непригодным к эксплуатации в следующих случаях:* кислотное число КОН больше 1 мг на 1 г масла; количество механических примесей достигло 0,2%; температура вспышки понизилась до 150 °С; вязкость масла снизилась более чем на 25 %.

*Компрессор должен быть остановлен, если*

- ✓ понизились ниже допустимого значения давление всасывания (в двухступенчатых компрессорах и агрегатах — на низкой ступени), разность давлений в системе смазки (для двухступенчатого агрегата— для каждой ступени отдельно), проток воды через охлаждающие рубашки цилиндров компрессора;
- ✓ повысились выше допустимого значения давление нагнетания (в двухступенчатых компрессорах и агрегатах — для обеих ступеней), температура нагнетания (в двухступенчатых компрессорах и агрегатах— для обеих ступеней), уровень жидкого хладагента в испарителе или промежуточном сосуде;
- ✓ возникли посторонние шумы или стуки в компрессоре.

При остановке компрессора в картере создают вакуум, отсасывая из него пары хладагента. В зимнее время при перерывах в работе холодильной установки и

возможности замерзания воды спускают ее из охлаждающих рубашек цилиндров и сальников компрессоров, водяных насосов, конденсаторов закрытого типа, переохладителей и других аппаратов, а также из водяных трубопроводов. В случае отключения аммиачных аппаратов на продолжительное время отсасывают из них хладагент и только после этого отключают от стальной холодильной системы.

Время пуска и остановки компрессора записывают в суточном журнале работы компрессорного цеха.

**Не разрешается:**

- ✓ эксплуатировать компрессоры и насосы с неисправными ограждениями открытых движущихся частей;
- ✓ снижать температуру нагнетаемых паров путем впрыска жидкого аммиака во всасывающий трубопровод компрессора;
- ✓ поддерживать завышенный уровень аммиака в испарителе или промежуточном сосуде;
- ✓ подтягивать болты фланцевых соединений трубопроводов и аппаратов, находящихся под давлением;
- ✓ удлинять гаечные ключи при подтягивании болтовых соединений;
- ✓ отключать от системы запорными вентилями аппараты, не имеющие предохранительных клапанов;
- ✓ пользоваться неисправными или неопломбированными манометрами и манометрами с просроченным сроком их годности;
- ✓ пользоваться открытым огнем при осмотре внутренних поверхностей цилиндров и картеров;
- ✓ проводить ремонт аппаратов, трубопроводов и арматуры, находящихся под давлением.

В процессе эксплуатации ведут учет работы холодильной установки с помощью систематических записей в суточном журнале работы компрессорного цеха, в котором фиксируют время пуска и остановки оборудования, режим работы установки, все обнаруженные неисправности и замечания по работе оборудования и контрольно-измерительных приборов. На основании записанных данных составляют отчет по технической эксплуатации холодильной установки, заполняют журнал учета месячной наработки часов холодильного оборудования, журнал учета годовой наработки, журналы учета отказов оборудования, контрольно-измерительных приборов и средств автоматики.

На основании данных суточного журнала составляют сводную ведомость. В сводную ведомость включают количество часов работы оборудования за 24 ч и среднесуточные условия его работы. В конце месяца подсчитывают суммарное число часов работы каждого вида оборудования и среднемесячные данные по параметрам работы холодильного оборудования.

По материалам месячного технического отчета проводят анализ температурного режима и технико-эксплуатационных показателей работы холодильной установки. Общий расход холода по предприятию и удельные расходы электроэнергии, воды и эксплуатационных материалов сопоставляют с утвержденными. На основании анализа делают вывод, насколько правильно и

экономично осуществлялась эксплуатация холодильной установки, выявляют недостатки в работе и принимают соответствующие меры по их устранению.

## **2.2. ПУСК КОМПРЕССОРОВ ОДНОСТУПЕНЧАТОГО СЖАТИЯ.**

Различают первоначальный пуск, после аварийной остановки и текущий.

После аварийной остановки должны быть полностью устранены обнаруженные неполадки. В случае остановки при «влажном ходе» производят следующие работы: аммиак из трубопроводов дренируют в защитный ресивер, жидкость из картера удаляют вместе с маслом; пар из цилиндров отсасывают другими компрессорами или удаляют в ведро с водой. Понижение уровня в испарителе может быть произведено перепуском в другой испаритель, например через линию выпуска масла, общую для этих аппаратов.

Перед текущим пуском компрессора проверяют причину его остановки по сменному журналу; наличие масла в картере не менее  $\frac{2}{3}$  высоты смотрового стекла; наличие манометров, клейма поверки на них; исправность термометров; наличие пломб на предохранительных клапанах и вентилях нагнетательной магистрали, опломбированных в открытом положении; возможность проворота компрессора вручную (проворачивают не менее чем на один оборот, надежность крепления ограждений движущихся частей; наличие заземления.

Насосы охлаждающей воды и хладоносителя запускают с закрытой задвижкой на нагнетании. Задвижку медленно открывают при достижении полного давления насоса. В системе хладагента открывают все вентили, за исключением регулирующего. На компрессоре при наличии байпаса последний открыт; всасывающий и нагнетательный вентили — закрыты. При отсутствии байпаса открывают нагнетательный вентиль. В насосных схемах запускают аммиачный насос.

Пуск компрессора производится в полуавтоматическом режиме. Проверяют наличие разности давлений масла по манометрам на сальнике и картере. Для низкооборотных компрессоров эта разность должна составлять 0,05—0,15 МПа, а для высокооборотных — 0,2—0,3 МПа. Регулирование редукционного вентиля возможно только при достижении рабочего режима, когда масло прогреется.

При наличии у компрессора байпаса, проверив разность давлений масла, открывают нагнетательный вентиль, закрывают байпас и, наблюдая за манометром всасывания, приоткрывают всасывающий вентиль компрессора.

При отсутствии байпаса компрессор запускают с открытым нагнетательным вентиляем и, проверив разность давлений масла, приоткрывают всасывающий вентиль. Всасывающий вентиль открывают полностью при понижении давления в испарительной системе, когда температура нагнетания компрессора достигнет 70°C. После этого открывают регулирующий вентиль.

## **2.3. ПУСК ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.**

Правила подготовки и пуска компрессоров двухступенчатой холодильной установки те же, что и одноступенчатой. При пуске холодильной машины, состоящей



из *самостоятельных компрессоров на каждой ступени*, вначале включают компрессор второй ступени с закрытыми всасывающими и нагнетательными вентилями и открытыми байпасом и линией прохода аммиака через змеевик промежуточного сосуда. Компрессор I ступени пускают после того, как давление в промежуточном сосуде понизится до 0,15 МПа, что соответствует температуре насыщения аммиака —10 °С. При пуске холодильных установок с бустер-компрессорами следят, чтобы режим их нагрузки соответствовал требованиям завода-изготовителя во избежание перегрузки.

Порядок пуска холодильной установки с *компрессором двухступенчатого сжатия* следующий: закрывают всасывающие и нагнетательные вентили, открывают байпас или включают другое предусмотренное проектом устройство, облегчающее запуск электродвигателя, включают электродвигатель. После нескольких минут работы компрессора для разогрева масла в картере открывают всасывающий вентиль второй ступени, понижают давление в промежуточном сосуде до 0,15—0,2 МПа. Открывают нагнетательный вентиль на первой ступени и закрывают байпас. Медленно открывают всасывающий вентиль на первой ступени, приоткрывают регулирующий вентиль и регулируют подачу хладагента в испаритель и промежуточный сосуд. Регулирующий вентиль на промежуточном сосуде приоткрывают при достижении давления в промежуточном сосуде, равного рабочему, не допуская переполнения хладагентом промежуточного сосуда и влажного хода в компрессоре или в цилиндре высокой ступени. Регулирующий вентиль испарительной системы приоткрывают при понижении давления кипения до заданного, регулируя его таким образом, чтобы не допустить влажного хода в цилиндре низкой ступени.

*В автоматизированных холодильных установках* пуск электродвигателя осуществляется автоматически от датчика, контролирующего температуру и давление кипения хладагента.

## **2.4. ОСОБЕННОСТИ ПУСКА РОТАЦИОННЫХ И ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ.**

*Особенности пуска ротационных компрессоров.* Порядок пуска ротационных компрессоров в основном такой же, как и поршневых, но имеет ряд особенностей. Это относится в первую очередь к способности пластин из асботекстолита разбухать в присутствии аммиака или влаги. С повышением давления и понижением температуры способность к разбуханию в аммиаке увеличивается. Разбухание пластин может привести к их заклиниванию в пазах роторов или между крышками цилиндра и полумке. Во избежание этого при остановке компрессора поддерживают низкое давление в цилиндре и периодически на 1—2 ч в сутки запускают компрессор. При остановке компрессора на длительный период пластины вынимают и хранят в сухом месте.

При пуске ротационного компрессора с циркуляционной смазкой возможно появление стуков в нижней части цилиндра из-за скопления масла. Для устранения стуков сразу же открывают всасывающий вентиль, чтобы поток пара аммиака увлек с собой излишек масла.

*Пуск винтовых компрессоров.* Его осуществляют с открытым нагнетательным вентиляем. Всасывающий вентиль открывают сразу после пуска и при этом следят, чтобы давление на всасывании компрессора было не более предусмотренного инструкцией завода-изготовителя.

В автоматизированных винтовых агрегатах предусмотрено плавное регулирование производительности компрессора. Перед пуском регулятор ставят в положение минимальной производительности, включают маслонасос, подают охлаждающую воду, и включают агрегат с открытыми всасывающим и нагнетательным вентилями. Увеличение производительности компрессора после пуска происходит автоматически.

## **2.5. ПОРЯДОК ОСТАНОВКИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

Причину, время остановки и проведенные манипуляции машинист записывает в суточной ведомости.

При остановке компрессора для ремонта откачивают пар хладагента работающим компрессором, освобождают компрессор от масла и воды, обесточивают электропривод, продувают систему азотом, а затем воздухом. Каждый компрессор или аппарат отсоединяют от действующей системы заглушками. При этом необходимо иметь в виду, что обесточивание привода проводится дежурным электриком с разборкой схемы на электросборке (отключение рубильника и выемка вставок на каждой фазе с вывешиванием таблички: «Не включать! Работают люди!»). Используют только инвентарные заглушки с хвостовиком и маркировкой о пригодности использования на данные условия. О постановке заглушек записывают в суточный журнал.

При необходимости удаления из системы на время ремонта всей установки хладагент, перекачивают или перекачивают в ресиверы или баллоны. Например, при удалении аммиака из системы баллоны подсоединяют к дополнительному вентилю на регулирующей станции, закрывают запорный вентиль после регулирующего вентиля, отключают реле низкого давления и включают компрессор для отсоса аммиака из испарителя, всасывающей линии и картера. Затем компрессор останавливают и закрывают вентили на всасывающей и нагнетательной линии. Открывают вентили на баллонах и дополнительный вентиль на регулирующей станции. Поверхность баллонов охлаждают водой и следят, чтобы давление не превышало 1,3 МПа.

При ремонте конденсатора аммиак удаляют в кожухотрубный испаритель, для чего останавливают компрессор, закрывают вентили на всасывающем трубопроводе и на трубопроводе подачи воды в конденсатор, открывают принудительно соленоидный вентиль на линии между конденсатором и испарителем. Циркуляция охлажденного рассола через испаритель приводит к снижению в нем давления из-за конденсации паров. Выравнивание давления в аппаратах свидетельствует об окончании перекачивания. Для удаления аммиака из испарителя перед ремонтом в линейный ресивер прекращают подачу аммиака в испаритель, подлежащий отключению, и, откачивая аммиак компрессором, сливают его в линейный ресивер, следя за уровнем и не допуская переполнения ресивера.

В случае увеличения уровня в аппаратах выше допустимой нормы заполнения аммиак сливают в дренажный ресивер или хранилище аммиака и только после этой операции возобновляют процесс отсасывания аммиака.

Оставшийся аммиак в отдельных аппаратах или в картере компрессора по резиновому шлангу, подсоединяемому к вентилю для подсоединения манометра или какому-либо другому штуцеру, направляют в бак с водой, внимательно следя за выходом пузырьков газа. Необходимо предотвратить возможное попадание воды в полость аппаратов, для чего надо своевременно пережать шланг и затем закрыть вентили.

Подобным образом, учитывая особенности технологической схемы установки, освобождают от хладагентов те или иные аппараты в аммиачных, хладоновых и прочих установках. При удалении хладагентов принимают меры предосторожности и предупреждают возможность загазования помещения, отравления, создания взрыво- и пожароопасных концентраций как в помещении, так и внутри аппаратов или просто предупреждают потери хладагентов. Порядок удаления хладагента должен быть предусмотрен инструкцией или (в случае отсутствия его в инструкции) изложен в журнале начальником смены или механиком (технологом, начальником цеха). Персонал инструктируют, проверяют обеспеченность противогазами, включают все вентиляционные системы (в теплое время года открывают фрамуги окон).

После подготовки установки, аппаратов или машин к ремонту начальник смены в суточном журнале (и специальным актом в зависимости от порядка, установленного ведомством или предприятием) делают записи о проведенных подготовительных операциях и постановке отключающих заглушек и сдают установку (аппараты, машины) в ремонт. Приемка установки (аппаратов, машин) производится механиком цеха, а при централизованном ремонте начальником участка специализированного ремонта.

Последовательность операций при *полной остановке* холодильной установки следующая:

1. Прекращают подачу жидкого хладагента в испарительные системы (воздухоохладители, льдогенераторы и пр.), циркуляционные ресиверы, промежуточные сосуды, останавливают насосы хладагента циркуляционной схемы.
2. Из испарительной системы при закрытом регулирующем вентиле откачивают хладагент до остаточного давления 0,02— 0,03 МПа и собирают в линейном ресивере, после чего вентили на всасывающих трубопроводах из испарительной системы закрывают.
3. Закрывают всасывающий вентиль компрессора и после откачки хладагента из картера (всасывающей полости ротационного компрессора) до давления 0,02—0,03 МПа электродвигатель отключают и закрывают вентиль на нагнетательном трубопроводе.
4. Прекращают подачу воды в рубашки и холодильники компрессоров, конденсаторы и переохладители. В осенне-зимний период воду из всех полостей и трубопроводов сливают.

5. После выключения компрессоров в установках с рассольными системами останавливают мешалку испарителя и прекращают циркуляцию рассола; насос выключают через некоторое время для использования аккумулированного холода. В установках с воздушным охлаждением останавливают вентиляторы. Во избежание раскрытия стыков фланцевых соединений на рассольном трубопроводе при тепловом расширении рассола на распределительном рассольном коллекторе задвижки закрывают только на всасывающей стороне выключаемых секций.

*Остановку холодильной двухступенчатой установки проводят следующим образом: закрывают регулирующие вентили, прекращают подачу аммиака в промежуточный сосуд и испарительную систему, а после понижения уровня в промежуточном сосуде и испарительной системе выключают ступень низкого давления, а затем — ступень высокого давления.*

## 2.6. УДАЛЕНИЕ МАСЛА. РЕГЕНЕРАЦИЯ МАСЛА.

Масло, миновавшее маслоотделители, частично оседает в застойных зонах проточных аппаратов, а большая его часть поступает в охлаждающие приборы.

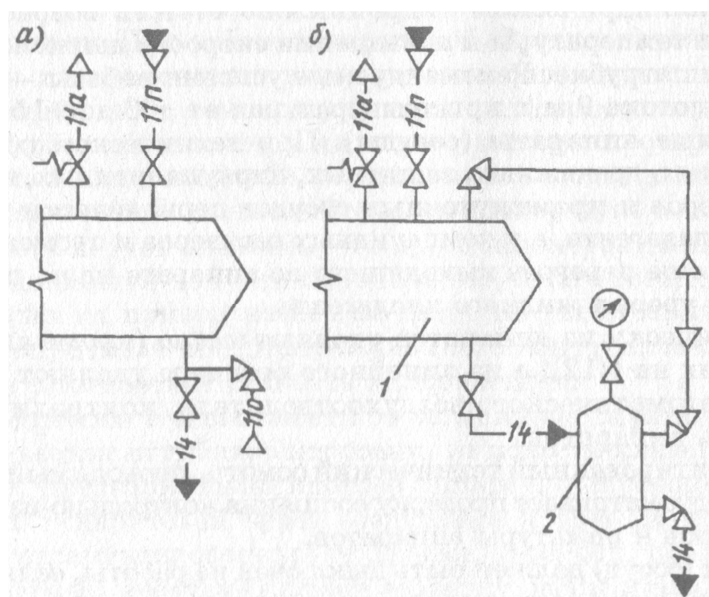
Из охлаждающих приборов масло удаляют обычно при их оттаивании сначала в дренажный ресивер, а затем в маслосборник. Аппараты стороны низкого давления - испаритель для охлаждения хладонносителя, промежуточный сосуд, защитный, циркуляционный ресиверы, отделитель жидкости - выключают из работы, освобождают от жидкого хладагента и нагревают для того, чтобы масло стало подвижным.

Для быстрого нагрева масла горячий пар хладагента со стороны высокого давления подают через патрубок аппарата, который предназначен для удаления масла (рис. 2.1, а). При этом давление в аппарате не должно превышать испытательное давление. Если аппарат стороны низкого давления оснащен индивидуальным маслосборником (рис. 1, б), то масло из него можно удалять не выключая аппарат из работы и не нагревая его.

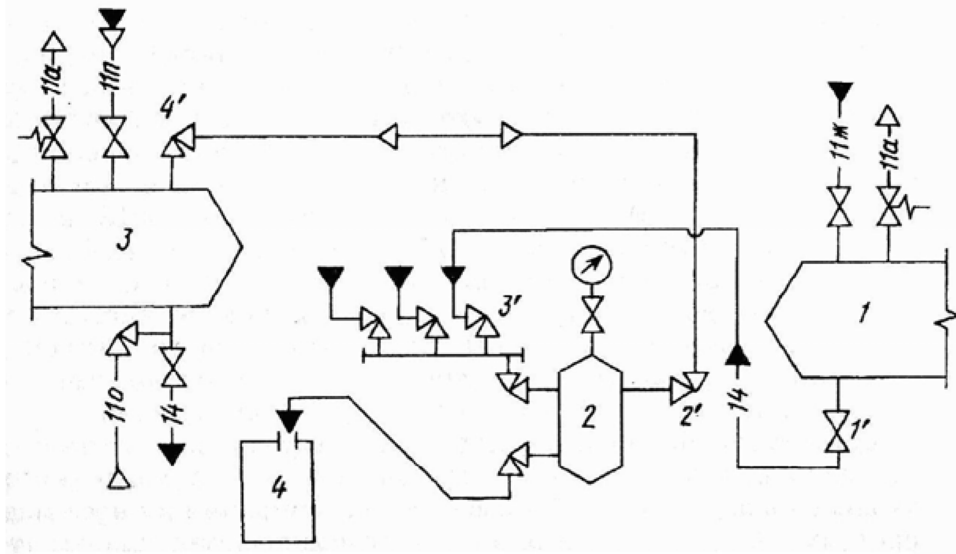
Вследствие теплопритока от окружающего воздуха к неизолированным трубам и сборнику 2, масло, попавшее в маслосборник, нагревается, сохраняет подвижность и периодически выпускается в общий маслосборник.

**Рис. 2.1. Схема удаления масла из циркуляционного ресивера:**

*а — с обогревом горячим паром; б — без обогрева; 1 — ресивер; 2 — маслосборник*



На аммиачных холодильных установках масло из аппаратов должно выпускаться только в маслосборник следующим образом (рис.2.2.).



**Рис.2.2. Схема удаления масла из аппаратов в маслосборник:**

1 - аппарат; 2 - маслосборник; 3 - циркуляционный ресивер; 4 - бочка; 1' - 4' - запорные вентили.

В маслосборнике 2 понижают давление до значения, не превышающего давление в аппарате 1, из которого выпускают масло, открыв вентили 2' и 4' на трубопроводе, соединяющем маслосборник 2 с циркуляционным 3 (или защитным) ресивером. После снижения давления в маслосборнике закрывают вентили 2' и 4' и выпускают масло из аппарата 1, открыв вентили 1' и 3'. Вентили 1' и 3' закрывают после выравнивания давления, о чем свидетельствует и появление инея на трубопроводе, и открывают вентили 2' и 4' на 20 - 30 мин. для удаления хладагента, поступившего вместе с маслом.

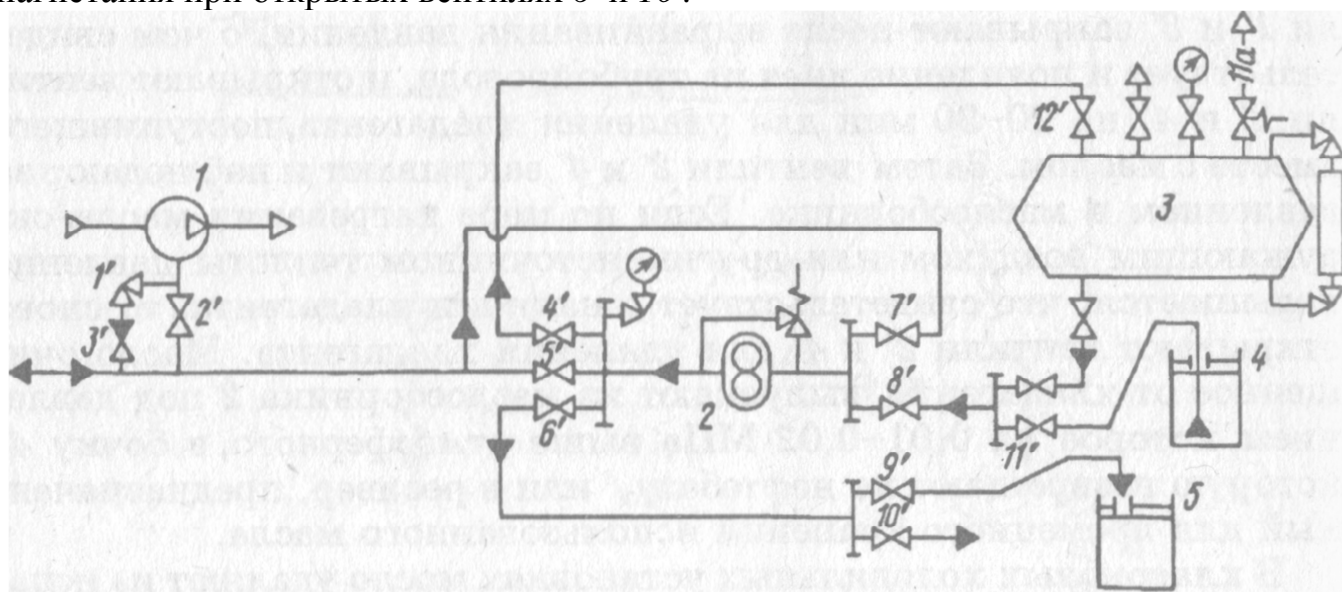
Затем вентили 2' и 4' закрывают и наблюдают за давлением в маслосборнике. Если по мере нагревания масла окружающим воздухом или другим источником теплоты давление повышается, что свидетельствует о наличии хладагента, то снова открывают вентили 2' и 4' для удаления хладагента. Масло, очищенное от хладагента, выпускают из маслосборника 2 под давлением, которое на 0,01 - 0,03 МПа выше атмосферного, в бочку 4, которую возвращают на нефтебазу или в ресивер, предназначенный для временного хранения использованного масла.

В хладоновых холодильных установках масло удаляют из испарителей, а при работе на R22 также из аппаратов стороны низкого давления (защитного, циркуляционного ресиверов) и масляного ресивера. Отвод масла из охлаждающих приборов змеевикового типа осуществляется проще, чем из затопленных испарителей. Так, в установках на R12 масло из затопленных испарителей отводится с паром хладагента в виде пены, образующейся при кипении хладагента, по всасывающему трубопроводу в компрессорный агрегат.

Количество отведенного масла зависит от уровня хладагента в испарителе и скорости движения в нем пара. В установках на R22 из аппаратов стороны низкого давления или нагнетательного трубопровода насоса при насосной подаче хладагента отводится часть жидкого хладагента, содержащего масло, сначала в теплообменник-выпариватель для испарения жидкого хладагента, а затем во всасывающий трубопровод или масляный ресивер.

Масло, поступающее в компрессорный агрегат, должно иметь массовую долю хладагента, близкую к массовой доле его в масле, которое находится в агрегате, чтобы избежать вспенивания и уноса масла в систему. Для уменьшения массового содержания хладагента в масле, отводимом из системы, его нагревают в теплообменнике или в масляном ресивере.

На холодильных установках, включающих и винтовые маслозаполненные компрессорные агрегаты, периодически приходится удалять, а затем заправлять большое количество масла (например, агрегат 2A350-7 содержит 160 кг масла, а 21A1600-7 — 800 кг масла). Поэтому на больших установках используют систему централизованного снабжения маслом (рис. 2.3.), позволяющую перемещать и хранить большое количество масла. Так, для удаления масла из компрессорного агрегата 1 открывают вентили 2' и 7' на линии всасывания до насоса 2 и вентили 4' и 12' на линии нагнетания до масляного ресивера 3, в котором хранится использованное масло, затем включают насос 2. Остальные вентили должны быть закрыты. Масло из агрегата 1 может быть удалено в бочку 5, если на линии нагнетания насоса открыть вентили 6' и 9'. Для заправки агрегата 1 маслом, например, из бочки 4, открывают вентили 11' и 8' на линии всасывания и вентили 5' и 1' на линии нагнетания насоса. Обратный клапан 3' позволяет вести заправку автоматически или нескольких агрегатов одновременно. Обвязка масляного ресивера 3 предусматривает очистку масла от хладагента путем соединения с циркуляционным (или защитным) ресивером и заправку им агрегата, если состояние масла работоспособное, либо подачу его в систему регенерации по линии нагнетания при открытых вентилях 6' и 10'.



**Рис. 2.3. Централизованная смазочная система:**

1 — компрессорный агрегат; 2 — шестеренчатый насос; 3 — масляный ресивер; 4, 5 — бочки; 1', 2', 4' - 12' — запорные вентили; 3' — обратный клапан

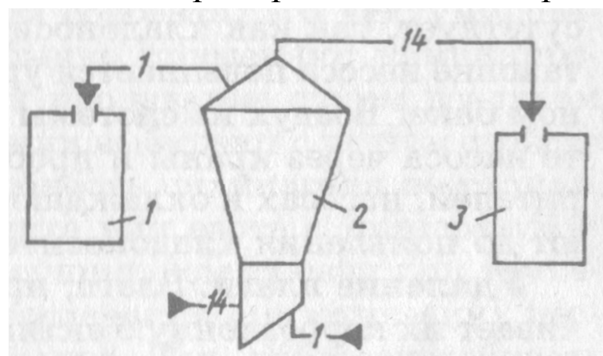
### **Регенерация масла.**

На аммиачных холодильных установках масло периодически выпускают из аппаратов, охлаждающих приборов и компрессоров. Оно накапливается и сдается на нефтебазу. Некоторые масла, в частности ХА30, могут быть использованы повторно

после восстановления (регенерации) свойств путем их очистки от механических загрязнений, воды и продуктов разложения. Смесь регенерированного (в количестве 30-40 % от смеси) и свежего масла применяют для смазки аммиачных поршневых компрессорных агрегатов и тех винтовых, для которых есть указание в техническом паспорте о возможности применения для смазки регенерированного масла.

Существуют особые устройства для регенерации смазочного масла, используемые на больших промышленных холодильных установках. Например, для регенерации масла применяют специальные сепараторы (рис. 2.4.). Сепаратор 2 заполняют подогретым до 60 °С маслом, очищенным от аммиака и крупных твердых частиц, например, из масляного ресивера и водой в соотношении 1:1, и включают

электродвигатель. Масло, очищенное от водорастворимых веществ водой и от загрязнений действием сил инерции, поступает в сосуд 3, а загрязненная вода — в сосуд 1.



**Рис. 2.4. Схема регенерации масла с помощью сепаратора:**

1 — сосуд загрязненной воды; 2 — сепаратор; 3 — сосуд регенерированного масла

## 2.7. УДАЛЕНИЕ ВОЗДУХА. УДАЛЕНИЕ ВЛАГИ.

### Удаление воздуха из системы холодильной установки

Воздух, присутствующий в системе, вызывает повышение температуры и давления конденсации, а также температуры нагнетания, что является причиной снижения холодопроизводительности, роста затрат электроэнергии на привод компрессора и ухудшения условий работы установки в целом. В связи с этим в процессе работы установки необходимо принимать меры для предотвращения попадания воздуха и удалять попавший воздух.

Воздух поступает в систему в основном при ее вскрытии для проведения технического обслуживания и ремонта, а также через неплотности соединений и сальников. Поэтому нужно вакуумировать вскрытые участки системы (особенно хладоновой) вакуумным насосом, устранять течи в сальниках и соединениях при их обнаружении.

Присутствие воздуха в системе можно определить по следующим признакам.

- ✓ Появляется разность давлений между давлением в конденсаторе и давлением хладагента в насыщенном состоянии.
- ✓ Увеличивается давление в конденсаторе при повышении уровня жидкости в линейном ресивере при прочих равных условиях, а также температура нагнетания.

Воздух удаляют из системы посредством воздухоотделителя, работоспособность которого должна контролироваться и поддерживаться. Так, при техническом обслуживании автоматического воздухоотделителя

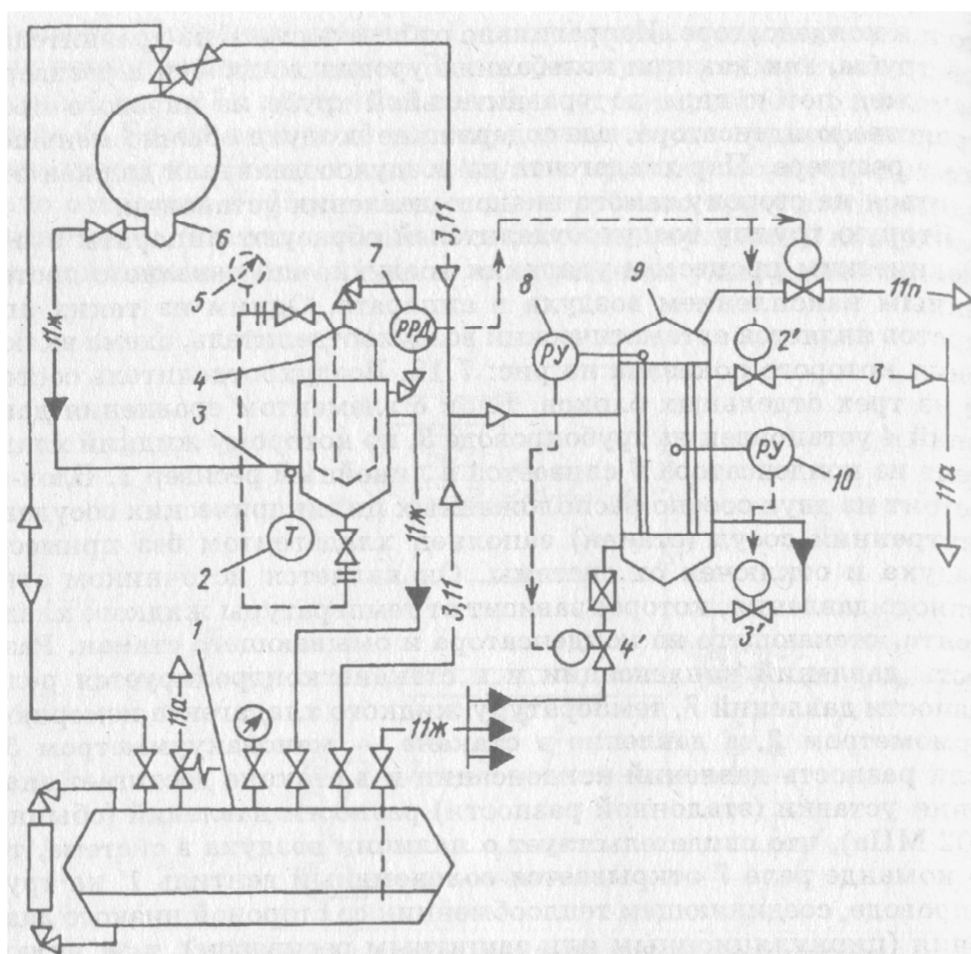
ежедневно проверяют работоспособность приборов автоматики, герметичность соединений, наличие жидкого хладагента в блоке 4 (см. рис. 2.5.), сравнивая

давление, измеренное мановакуумметром 5, со значением давления насыщенного хладагента, найденным по температуре жидкого хладагента, измеренной в патрубке термометром 2. Если нет соответствия между давлениями, то стакан заполняют жидким хладагентом из системы.

Присутствие воздуха в системе хладоносителя характеризуется такими признаками.

- ✓ Насос работает неустойчиво - с разрывами потока жидкости. Стрелка манометра резко колеблется.
- ✓ Охлаждающие батареи покрыты неравномерным слоем инея, или иней отсутствует, так как хладоноситель не поступает в батареи.
- ✓ При остановке насоса повышается уровень хладоносителя в расширительном баке.

Воздух из системы хладоносителя выпускают при работе насоса через краны и пробки, находящиеся на крышках испарителей.



**Рис. 2.5.**  
**Автоматически**  
**воздухоотделитель:**

- 1 — линейный ресивер; 2 — термометр; 3 — сливной трубопровод; 4 — блок с элементом сравнения давлений; 5 — мановакуумметр; 6 — конденсатор; 7 — реле разности давлений; 8, 10 — реле уровня; 9 — теплообменник; Г-4' — соленоидные вентили

### Удаление влаги.

Влага, присутствующая в хладагентах, увеличивает их коррозионную активность, способствует разложению масла на основе полиэфиров при ее доле 0,005 - 0,01 % и омеднению. А не растворенная в хладагентах вода замерзает при дросселировании. Кристаллы льда забивают отверстия фильтрующей насадки, что приводит к уменьшению, а иногда и к прекращению подачи хладагента, например, в компрессор или в охлаждающие приборы.



В связи с этим на хладоновых установках периодически контролируют присутствие свободной воды в системе с помощью индикатора влажности хладагента, окраска чувствительного элемента которого изменяется в зависимости от концентрации воды в хладоне, или по обмерзанию, например, фильтра ТРВ либо всасывающего фильтра компрессора.

При появлении признаков присутствия влаги в системе следует выявить причину попадания влаги, устранить ее и принять меры по удалению влаги из системы. Влага поступает в систему обычно в небольшом количестве вместе с воздухом, хладагентом, маслом. Поэтому систему после вскрытия вакуумируют при давлении не более 150 Па в течение не менее 12 ч с помощью вакуумного насоса при температуре не ниже 15°C, осушают хладагент и масло в процессе заправки ими системы с помощью дополнительных осушительных патронов.

Озонабезопасные хладагенты и их масла значительно гигроскопичнее традиционно применяемых. Поэтому требуется более глубокое и продолжительное вакуумирование системы. Возможно, конечно, поступление в систему и большого количества воды через неплотности в конденсаторе и маслоохладителе, охлаждаемых водой. Наличие течей в этих аппаратах периодически проверяют. При появлении признаков наличия влаги в системе подключают фильтр - осушитель, если он не был включен, или заменяют его другим с работоспособным сорбентом. Массу сорбента рассчитывают с учетом массового расхода хладагента, влагоемкости сорбента, времени работы. По мере поглощения влаги поглотительная способность сорбентов уменьшается, поэтому их подвергают регенерации. Метод и режим регенерации выбирают с учетом свойств адсорбента. Например, работоспособность силикагеля восстанавливают, нагревая его в потоке воздуха или азота с температурой 190-200 °С в течение 2-3 ч либо в сушильном шкафу при температуре 140-150 °С в течение 4 ч. Регенерация синтетических цеолитов требует более высоких температур.

При восстановлении работоспособности сорбента некоторое его количество разрушается. Поэтому регенерированный сорбент до засыпки в корпус фильтра-осушителя необходимо просеять на сите с размером ячейки не менее 1 мм для удаления мелких частиц.

Жидкие осушители представляют собой смесь моноэтилового эфира этиленгликоля с глицидолом. Они ядовиты и огнеопасны. Их применяют в малых холодильных установках для предотвращения замерзания влаги в системе, вводя в количестве 4 г на 1 кг хладона. При поступлении в систему холодильной установки большого количества воды, которое не может быть удалено в приемлемый срок сорбентом, хладон удаляют, а систему осушают, продувая горячим газом с температурой 120—140 °С в течение нескольких суток.

## **2.8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ СИСТЕМЫ.**

Герметичность системы является необходимым условием ее экономичной и безопасной работы, так как уменьшение количества хладагента в системе увеличивает расход энергии. Накопление хладагента (даже не ядовитого и не горючего) в помещении является опасным для обслуживающего персонала, а

поступление в атмосферу ухудшает экологию окружающей среды. Требование к уровню герметичности холодильных установок возрастает и в связи с использованием дорогих и гигроскопичных озонобезопасных хладагентов и их смесей.

Контроль герметичности и поиск течей проводят с использованием индикаторных веществ (пенообразователя, красителя, химического реагента) и приборов разного назначения (индикатора, газоанализатора, течеискателя). На аммиачных холодильных установках помещения машинного и аппаратного отделений относятся к классу взрывоопасности В обязательна установка сигнализатора утечки и аварийной концентрации аммиака в воздухе (например, СКПА-01). Сигнализатор утечки должен подавать предупредительный сигнал и включать приточно-вытяжную вентиляцию при концентрации аммиака свыше  $0,5 \text{ г / м}^3$  (0,07 %), а при повышении концентрации более  $1,5 \text{ г / м}^3$  (0,21 %) он должен выключать электроснабжение всей установки и одновременно включать аварийную вентиляцию и светозвуковую сигнализацию.

Места утечки аммиака определяют посредством химических индикаторов (например, кусочков фильтровальной бумаги, пропитанной спиртовым раствором фенолфталеина или спиртово-глицериновым раствором фенолрота), а также переносных приборов, более удобных в работе и имеющих более высокую чувствительность. При поиске течи переносным прибором задают значение его чувствительности, которое должно быть больше фоновой концентрации аммиака в воздухе. Если концентрация аммиака равна заданной, то включается световая и (или) звуковая сигнализация. Присутствие аммиака в охлаждающей воде и хладонотеле определяют с помощью, например, реактива Несслера, химического индикатора по отгонной пробе среды и химического индикатора, если среда нейтральная, т. е. водородный показатель  $\text{pH}=7$ .

Присутствие хладона в помещениях машинного отделения, производственных помещениях, холодильных камерах и теплообменных аппаратах определяют с помощью газоанализаторов и сигнализаторов, датчики которых находятся в местах, в которых утечка хладагента наиболее вероятна. При достижении концентрацией хладона в воздухе порогового значения включается световая и (или) звуковая сигнализация. Места относительно больших утечек хладона могут быть обнаружены по масляным пятнам, по присутствию красителя, если он введен в хладагент, по вспениванию мыльной или полимерной эмульсии, нанесенной на поверхность. Но обычно используют более чувствительные приборы - галогенную лампу и течеискатель. Наиболее совершенными и чувствительными являются электронные течеискатели, имеющие несколько переключаемых диапазонов чувствительности, режим измерения и поиска течи с блокированием фонового загрязнения, а также другие возможности. Для поиска течи значением менее  $1 \text{ г в год}$  используют гелиевые течеискатели.

## **2.9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ УТЕЧЕК АММИАКА.**

Места утечки аммиака определяют с помощью химических индикаторов, изменяющих цвет при соприкосновении со средой, содержащей аммиак, и

электронными индикаторами. Индикаторную бумагу высокой чувствительности готовят путем погружения полосок фильтровальной бумаги в раствор, содержащий 0,1 г фенолрота, 100 см<sup>3</sup> спирта-ректификата и 20 см<sup>3</sup> глицерина, и последующего их высушивания. Для приготовления индикаторной бумаги средней чувствительности используется 1 %-ный раствор фенолфталеина в спирте-ректификате. Высохшие листочки складывают в пачки и хранят в герметической таре (целлофан, парафинированная бумага или стеклянная посуда с притертой пробкой). При утечке аммиака индикатор, предварительно смоченный водой, краснеет. Индикаторная бумага может быть использована неоднократно, так как при нагревании аммиак улетучивается и она снова приобретает первоначальную окраску. Цвет окраски индикаторов в зависимости от среды приведен в табл. 2.1.

В качестве индикаторов применяют также индоаминовые, индоамилиновые и индофеноловые красители, а также универсальные— для определения рН растворов. Льняная ткань, пропитанная спиртовым раствором фенолрота, краснеет даже без увлажнения, но затем снова приобретает желтую окраску.

Находить места утечек аммиака по запаху или с помощью зажженного серного шнура не разрешается, так это может привести к отравлению или взрыву.

Таблица 2.1.

Цвета окраски индикаторов

Индикатор	Среда		
	кислая	нейтральная	щелочная
Лакмус	Красная	Фиолетовая	Синяя
Метил рот	То же	Желтая	Желтая
Метилоранж	Розовая (красная)	Оранжевая	То же
Реактив Несслера с сегнетовой солью (для проверки наличия NH <sub>3</sub> в воде и рассоле)	Бесцветная	Бесцветная	Синяя
Фенолрот (фенолсульффталеин)	Желтая	Красная	Красная

При обнаружении мест утечек должны быть приняты срочные меры для их устранения. Эти работы должны выполняться при действующей системе приточно-вытяжной вентиляции и в противогазах. При опасных концентрациях паров аммиака вход в помещение и работа в нем одному человеку запрещаются. Проведение работ по устранению утечек разрешается только после отсасывания паров аммиака из трубопроводов и аппаратов.

Пропуски во фланцевых соединениях устраняют осторожным подтягиванием болтов. Если это не помогает, освобождают данный участок от аммиака и заменяют прокладку. В случае пропусков в сальниках с осевым нажимом (вентилей и компрессоров) поджимают втулки или крышки сальников. При замене набивки или ремонте сальников удаление из этого участка системы аммиака обязательно.

## 2.10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРОВ АММИАКА В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ.

Широкое применение аммиака в холодильных установках требует систематического контроля производственной воздушной среды, а следовательно, наличия чувствительных газоанализаторов.

В помещениях машинных и аппаратных отделений при некруглосуточном обслуживании автоматизированных холодильных установок обязательна установка сигнализаторов утечки и аварийной концентрации паров аммиака в воздухе помещений. Сигнализаторы должны давать предупредительный сигнал в помещение постоянного поста охраны и включать приточно-вытяжную вентиляцию при концентрации аммиака выше 0,5—1 мг/л (0,07—0,14 %).

При концентрации аммиака более 1,5 мг/л (0,21 %) сигнализаторы аварийной концентрации должны выключать электропитание всей холодильной установки и одновременно включать аварийную вентиляцию и световую сигнализацию в помещении постоянного поста охраны и над входом в машинное отделение. Число сигнализаторов (или датчиков) утечки должно выбираться из расчета одного прибора (датчика) не более чем на 75—100 м<sup>2</sup> площади помещения. В каждом помещении должно быть установлено не менее двух независимо действующих сигнализаторов аварийной концентрации.

Установка сигнализаторов утечки и аварийной концентрации паров аммиака необязательна при круглосуточном обслуживании персоналом холодильной установки.

В отечественной холодильной промышленности для определения концентрации аммиака используют термокондуктометрические, фотоколориметрические, инфракрасного поглощения и аэрозольно-ионизационные приборы.

Термокондуктометрические газоанализаторы используют для сигнализации о предельно допустимой взрывобезопасной концентрации паров аммиака в воздухе (ПДВК). Газоанализаторы ТКГ-4Г, ТКГ-5А и ТКГ-14АТ применяют для контроля аммиака в аммиачно-воздушной и азотно-водородной смесях в замкнутых технологических системах при производстве слабоазотной кислоты и синтетического аммиака.

Газоанализатор ТП4201 используют в качестве стационарного автоматического индикатора аммиака на морских рефрижераторных судах, оборудованных аммиачными холодильными установками.

Применение индикатора обеспечивает отбор воздуха из четырех основных и четырех вспомогательных загруженных продукцией помещений. В период отсутствия обслуживающего персонала точки отбора переключаются автоматически через каждые три минуты с одновременной световой сигнализацией обхода помещений. Индикатор можно подключить к системе сигнализации о достижении заранее установленных пределов содержания аммиака в воздухе. Прибор имеет два предела срабатывания сигнальных групп — 4 и 5% аммиака по объему.

Газоанализаторы инфракрасного поглощения ГИП-12-24, ГИП-14-3 и ГИП-60, имеющие пределы измерения объемной концентрации аммиака от 0 до 15%, могут быть применены как сигнализаторы ПДВК аммиака в воздухе производственных помещений при отсутствии людей, а также в замкнутых технологических системах.

Фотоколориметрические газоанализаторы, получившие наибольшее применение для измерения предельно допустимой концентрации (ПДК) токсичных веществ в воздухе производственных помещений, являются наиболее универсальными, чувствительными и избирательными, что объясняется специфичностью индикаторных растворов (или лент), реагирующих только с определенным компонентом.

Для измерения и регистрации микроконцентраций различных газов и паров (аммиака, сернистого, ангидрида, хлора, сероводорода) в воздушных средах предназначен стационарный автоматический газоанализатор ФЛ5501М. Программный механизм его обеспечивает нанесение индикаторного состава, перемещение ленты, подачу анализируемой смеси и измерение. Продолжительность одного цикла 2,5—5 мин. Прибор можно подключить к системе сигнализации о достижении установленного значения концентрации определяемого компонента в пределах диапазона измерения.

Стационарный автоматический газоанализатор ФК-0066 служит для сигнализации о наличии в воздухе производственных помещений аммиака, двуокси азота, фтористого водорода. Действие прибора основано на изменении оптической плотности сухой, предварительно пропитанной реактивом индикаторной ленты под действием определяемого компонента. Фотоэлектрическая схема прибора срабатывает, когда оптическая плотность ленты достигает значения, заданного настройкой. Вследствие срабатывания фотоэлектрической схемы включаются световая и звуковая сигнализации, оповещающие о токсических концентрациях компонента.

Стационарный газовый сигнализатор ФГЦ применяют для непрерывного автоматического измерения и регистрации концентрации различных токсичных газов и паров (аммиака, фосгена, сероводорода) в технологических газовых смесях, а также в воздухе производственных помещений.

Ленточный фотоколориметрический стационарный автоматический сигнализатор типа ФЛС2.1 предназначен для сигнализации о превышении предельно допустимых концентраций аммиака, сероводорода и хлора. Прибор имеет две сигнальные цепи. Первая включается при достижении концентрации анализируемого газа, равной значению ПДК, вторая — при концентрации, равной значению 3 ПДК. Продолжительность цикла 2 мин. Сигнализатор состоит из взрывобезопасного датчика, находящегося в помещении, в котором возможно образование взрывобезопасных газов и паров с воздухом 1—4-й категорий групп А, В, Г, Д и ацетиленовоздушной смеси, а также пульта управления, установленного во взрывоопасных помещениях.

Непрерывнодействующий автоматический газоанализатор «Сигма-1» аэрозольно-ионизационного типа служит для обнаружения аммиака, окислов азота и хлористого водорода в производственных помещениях. Действие газоанализатора основано на селективном переводе определяемого компонента в аэрозольное состояние.

Источником ионизирующего излучения служит стандартный Р-излучатель. К электродам камеры приложено постоянное стабилизированное напряжение. Содержащиеся в анализируемой смеси определяемые компоненты вступают в

химическую реакцию с парами вспомогательного реагента. В результате реакции образуется вещество с низким давлением насыщенных паров, которое конденсируется с образованием аэрозольных частиц. Воздух со взвешенными частицами, проходя через рабочий объем камеры, вызывает уменьшение ионизационного тока, что и является мерой концентрации определяемого компонента. Шкала прибора отградуирована от 1 до 10 ПДК. Погрешность составляет  $\pm 15\%$  от диапазона измерения.

Сигнализатор концентрации паров аммиака в воздухе помещений полностью автоматизированных компрессорных цехов, предназначен для отключения электроснабжения компрессорного цеха и включения аварийной вентиляции при концентрации паров аммиака в воздухе, равной 1,5 мг/л. Датчик сигнализатора имеет исполнение, соответствующее требованиям к помещениям класса В-16. Вторичный прибор сигнализатора устанавливается в щитовом помещении. Конструкция прибора проста, он надежен в эксплуатации и требует минимального обслуживания.

## 2.11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АММИАКА В РАССОЛЕ И ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ВОДЕ.

Для определения наличия аммиака в рассоле и циркуляционной воде существуют следующие три способа.

1. При первом способе берут в колбу 250 см<sup>3</sup> рассола или циркуляционной воды (если рассол кислый, предварительно прибавить в рассол едкого натра или гашеной извести), соединяют колбу по паровой части с сосудом, охлаждаемым водой и нагревают. Пары кипящей жидкости конденсируются в сосуде и образуют отгон. Отгоняют примерно 50 см<sup>3</sup>, из отгонной части берут 5 см<sup>3</sup> и прибавляют 1,2 см<sup>3</sup> реактива Несслера.

Раствор Несслера готовят следующим образом. Взбалтывают 4,4 г йодистого калия и 1,6 г сулемы (или 2,15 г бромной ртути) со 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, свободной от аммиака, и нагревают до кипения, пока не получится прозрачный раствор. Затем к нему по каплям прибавляют насыщенный на холоде раствор сулемы (или бромной ртути) до начала образования красного не исчезающего осадка, после чего прибавляют 20 г едкого кали (или 15 г едкого натра), 125 см<sup>3</sup> воды и еще несколько капель сулемы (бромной ртути). Жидкости дают возможность отстояться 5—10 дней, после чего осторожно сливают прозрачный раствор светло-желтого цвета. Если образовался значительный осадок, раствор фильтруют.

В случае наличия аммиака получается красно-бурый осадок при содержании 0,1 мг аммиака в 10 см<sup>3</sup>. Раствор хранят в хорошо закупоренной бутылке, защищая его от воздействия аммиака.

2. При втором способе вместо реактива Несслера используют индикаторную бумагу. Если в испытываемой среде аммиак отсутствует, то в отгоне происходит изменение окраски индикатора, как от щелочи (красная окраска).
3. Если рассол или циркуляционная вода не кислые и в них не прибавляют щелочь, то присутствие аммиака устанавливают индикаторной бумагой, причем отгонку не производят, а рассол предварительно

отфильтровывают (индикаторная бумажка при наличии аммиака окрасится в красный цвет).

## **2.12. ПОПОЛНЕНИЕ СИСТЕМЫ ХЛАДАГЕНТОМ И ХЛАДОНОСИТЕЛЕМ.**

При эксплуатации холодильной установки хладагент и хладоноситель различными путями уходят из системы (течи в соединениях и сальниках, при выпуске масла и воздуха, при проведении технического осмотра и ремонта). Поэтому систему периодически пополняют хладагентом и хладоносителем при выявлении необходимости в этом по таким признакам: низкий уровень жидкого хладагента в линейном ресивере при недостатке жидкости в испарительных системах, повышенный перегрев пара, всасываемого в компрессор, несмотря на полное открытие регулирующего вентиля, повышенная температура нагнетания, пониженная температура кипения. Порядок пополнения системы хладагентом такой же, как и при первоначальном заполнении.

Признаком, свидетельствующим о необходимости пополнения системы хладоносителем, является низкий уровень хладоносителя в открытом испарителе и расширительном баке в схеме с закрытыми испарителями. Для пополнения системы в баке - концентраторе готовят раствор требуемой концентрации, периодически контролируя показатель pH с помощью химического индикатора (лакмуса, фенолфталеина) или прибора (pH - метра) и плотность раствора посредством ареометра. При необходимости в раствор вводят ингибитор коррозии. Приготовленный хладоноситель через фильтр подают насосом в систему до установления требуемого уровня в открытом испарителе или в расширительном баке в схеме с закрытыми испарителями.

## **2.13. НАПОЛНЕНИЕ БАЛЛОНОВ АММИАКОМ ИЗ СИСТЕМЫ.**

Для наполнения аммиаком отбирают только те баллоны, которые имеют исправный запорный вентиль, не поврежденные корпус и башмак, надлежащую окраску, клеймо и надписи, и срок освидетельствования которых не истек. При просроченных сроках технического освидетельствования заполнять их хладагентом не разрешается. Баллон должен иметь заглушку и предохранительный клапан. Норма наполнения баллона аммиаком 0,5 кг/л.

Наполнение баллонов из системы холодильной установки осуществляется от того же зарядного устройства, которое предусмотрено для зарядки. Баллон устанавливают на весах наклонно, вентилем вверх и присоединяют к зарядному устройству, снабженному соответствующей запорной арматурой и аммиачным манометром. После проверки плотности соединения открывают запорный вентиль на баллоне, закрывают регулирующий вентиль, постепенно открывают наполнительный вентиль и контролируют поступление аммиака в баллон по показанию весов.

После заполнения баллонов наворачивают на боковые штуцера вентилях заглушки, устанавливают и пломбируют предохранительные колпаки.

Для ускорения процесса наполнения рекомендуется погружать баллон в холодную воду или накрыть его ветошью и поливать водой. После наполнения баллона ненадолго несколько раз открывают запорный вентиль для удаления из баллона воздуха. На баллоне появляется кольцо инея на уровне жидкости, что позволяет судить о степени его наполнения. От уровня жидкости до запорного вентиля должно оставаться расстояние 50—80 мм.

Продолжительность наполнения аммиачных баллонов можно сократить, если переохладить жидкий аммиак. Для переохлаждения жидкого аммиака снижают давление путем отсоса паров из данного ресивера. Температура жидкого аммиака, находящегося в ресивере, снижается. После этого вследствие бурного парообразования давление в линейном ресивере быстро повышается и жидкий аммиак оказывается в сильно переохлажденном состоянии. При двухступенчатом сжатии переохлаждение жидкого аммиака осуществляется в змеевиках промежуточного сосуда, поэтому наполнительный трубопровод желательнее подключать к тому коллектору на регулирующей станции, на который подается жидкий аммиак из змеевиков промежуточного сосуда.

При наполнении баллонов аммиаком необходимо иметь противогаз марки КД и резиновые перчатки и находиться с наветренной стороны, противоположной выходному отверстию штуцера. На площадке у наполнительного коллектора находиться посторонним лицам не разрешается. На площадках не должно быть баллонов, наполненных аммиаком. Наполненные баллоны с накрученными заглушками и колпаками должны немедленно удаляться в помещения, предназначенные для их хранения. Работы по наполнению баллонов аммиаком может выполнять машинист, прошедший соответствующий инструктаж. При наполнении баллонов аммиаком из системы необходимо вести журнал, в котором должны быть указаны: дата наполнения, номер баллона, дата освидетельствования, вместимость баллона (л), конечное давление аммиака при наполнении (МПа или кгс/см<sup>2</sup>), масса аммиака в баллоне (кг) и подпись лица, наполнившего баллон.

## **2.14. ОБРАБОТКА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ.**

Вода, используемая для охлаждения, в общем случае содержит грубодисперсные вещества (песок, глину, микроорганизмы), растворенные газы (кислород, диоксид углерода) и соли (кальция, магния, железа). При теплообмене изменяются температура воды, а значит, и растворимость веществ; вода частично испаряется и концентрация растворенных в ней веществ увеличивается. Эти явления обуславливают разрушение одних соединений и образование других, часто труднорастворимых, которые выпадают в осадок, образуя на поверхности теплообменника в зависимости от условий плотные (накипь) или рыхлые (шлам) отложения.

Однако выпадение соединений в осадок возможно только при некоторых условиях, в частности при достижении определенной концентрации ионов труднорастворимого вещества в воде при данной температуре. Кроме того, интенсивность образования накипи увеличивается с повышением температуры, и особенно начиная с 30 °С.



Сумма концентраций ионов кальция и магния, выраженная в мг-экв (ммоль) на 1 кг (или  $\text{дм}^3$ ), называется общей жесткостью воды. Общая жесткость воды складывается из карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной). Карбонатная жесткость вызвана присутствием в воде гидрокарбонатов кальция и магния, а некарбонатная — наличием сульфатов, хлоридов, нитратов, силикатов этих металлов. Чем больше карбонатная жесткость воды, тем больше накипи отлагается на теплопередающей поверхности. В связи с этим вода, используемая на холодильных установках для охлаждения хладагента, должна отвечать требованиям стандарта. Например, СНиП «Холодильники» содержит такие рекомендации: общая жесткость 2-6 мг-экв/кг; свободный  $\text{CO}_2$  10-100 мг-экв/кг;  $\text{pH} = 6,5 + 8$ ; мутность 2-5 мг/кг; содержание железа 0,1 -0,3 мг/кг.

Повышенное требование к значению временной жесткости охлаждающей воды предъявляется при использовании испарительных конденсаторов. Значение этой жесткости должно быть не более 2 мг-экв/кг, поскольку повышение жесткости от 2 до 3 мг-экв/кг приводит к увеличению расхода воды в четыре раза при прочих равных условиях. Если качество воды хуже, чем требуется НТД, то воду обрабатывают, в частности, для снижения временной жесткости с помощью кислот, фосфатов и комплексонов.

*При подкислении* в воду обычно вводят серную кислоту. Происходит разрушение иона  $\text{HCO}_3$  с образованием  $\text{CO}_2$ , вследствие чего карбонатная жесткость воды уменьшается. Здесь важно правильно выбрать дозу кислоты, так как большая доза увеличивает коррозионную активность воды, а малая — не обеспечивает снижения жесткости до требуемого значения.

*При фосфатировании* в воду добавляют фосфаты: суперфосфат, тринатрийфосфат, гексаметафосфат; последний наиболее эффективен, но дорог и менее доступен.

Помимо химического метода очистки воды хорошие результаты дает *метод магнитной обработки воды*. Он прост в реализации, вода не загрязняется химически активными веществами. При магнитной обработке воды не только уменьшается скорость образования накипи, но и растворяется ранее образовавшаяся, уменьшается скорость коррозии, осаждаются взвеси. Так, скорость коррозии стали уменьшается на 20 % при напряженности магнитного поля 40 кА/м; скорость осаждения коллоидных частиц увеличивается на 20-90 % при напряженности магнитного поля 2-8 кА/м, что равнозначно введению коагулянта; после предварительной магнитной обработки степень очистки воды химическим методом повышается на 20-25 %.

Эффективность магнитной обработки воды зависит от ее солевого состава (лучшие результаты получаются при содержании в воде бикарбоната кальция) и напряженности магнитного поля. Устройства для магнитной обработки выполняют так, чтобы через зазор между полюсами магнита проходила обрабатываемая вода. Магнитное поле может создаваться электромагнитами постоянного и переменного тока, а также постоянными магнитами. Напряженность магнитного поля в центре зазора может достигать 120 кА/м. Режим обработки при заданных расходе и свойствах воды подбирают визуально — по прозрачности воды. Если обработанная

вода становится мутной вследствие образования мелкодисперсной взвеси, то режим близок к целесообразному.

В прямоточных системах водоснабжения обрабатывают весь поток подаваемой воды, а в оборотных — подпиточную и не менее четверти количества, циркулирующего в системе. Помимо минеральной поверхности элементов конденсаторов и градирен часто обрастает органическими отложениями (микроорганизмами). Наличие застойных зон и органических отложений является предпосылкой развития бактерий, вызывающих болезнь Легионеров. Наличие таких бактерий в градирнях и испарительных конденсаторах было обнаружено в Англии и Австралии. Поэтому каждая система водяного охлаждения должна проходить микробиологический контроль и периодически очищаться. Для уничтожения микроорганизмов воду обрабатывают различными методами: биоцидно-химическим, озоном и ультрафиолетовым светом. Безопасней и эффективней является стерилизация воды озоном и ультрафиолетовым светом, если вода прозрачная.

## **2.15. УДАЛЕНИЕ НАКИПИ.**

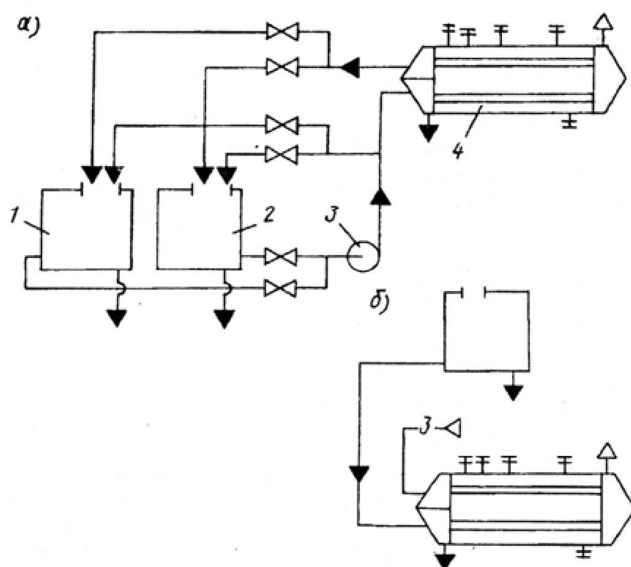
Теплопередающая поверхность аппаратов, охлаждаемых водой, со временем покрывается накипью, а иногда и органическими отложениями. В результате увеличиваются термическое и гидравлическое сопротивления, а в итоге уменьшается передаваемый тепловой поток. Например, при толщине слоя накипи 1 мм на поверхности труб испарительного конденсатора его производительность снижается на 10 %, а при толщине слоя 2 мм - на 20 %. Следовательно, теплопередающая поверхность должна периодически очищаться от отложений.

Теплопередающую поверхность аппаратов очищают от накипи химическим или механическим методами. При химической очистке используют вещества (кислоту, щелочь, соль), вступающие в химическую реакцию с минеральными отложениями. В результате образуются водорастворимые соединения или нерастворимые, но выпадающие в виде рыхлого осадка, легко удаляемого из аппарата. Выбор вида химически активного вещества зависит от преобладающего химического состава накипи. Например, карбонатные накипи растворяют 4 - 10 -процентным раствором ингибированной соляной кислоты, как наиболее доступной и дешевой. Силикатные и сульфатные накипи удаляют 5 - 20-процентным раствором каустической соды или 5-процентным раствором тринатрийфосфата. Для очистки используют и менее активные органические кислоты (например, 70-процентный водный раствор муравьиной, уксусной, пропионовой и масляной), растворяющие накипь за больший промежуток времени.

Схема удаления накипи химическим методом с поверхности труб кожухотрубного конденсатора показана на рис.2.6,*а*.

Предварительно конденсатор 4 выключают из работы, из него удаляют хладагент, масло, воду. Затем снимают контрольно-измерительные приборы и арматуру из цветных металлов, отключают от системы, глушат отверстия, оставляя одно в верхней части крышки для выхода газа, образующегося в результате

химических реакций. К водяным патрубкам конденсатора присоединяют систему химической очистки.



**Рис. 2.6. Схема удаления накипи химическим способом:**  
а - с насосной подачей; б - с безнасосной подачей;  
1 - бак со щелочью; 2 - бак с кислотой;  
3 - кислотостойкий насос; 4 - конденсатор.

Приготовленный раствор с требуемой массовой долей, допустим, кислоты, из бака 2 насосом 3 подается в конденсатор 4 и сливается в бак 2. Удаление накипи из аппарата контролируют по изменению массовой доли кислоты в растворе и количеству шлама, поступающего в бак. Очистку аппарата заканчивают, если массовая доля кислоты в циркулирующем растворе перестает изменяться. Затем в конденсатор подают 2 - 5 - процентный раствор щелочи, например, NaOH, из бака 1 для нейтрализации кислоты и промывают водой, контролируя показатель pH выходящей воды с помощью индикатора.

Удаление накипи можно проводить и более простыми техническими средствами (рис. 2.6,б). В полость подготовленного аппарата, подлежащего очистке, заливают раствор и выдерживают сутки - двое. Раствор периодически перемешивают в полости, подавая сжатый воздух через открытый верхний патрубок аппарата. Если накипь удаляют щелочью, органическими кислотами и солями, то после окончания процесса аппарат промывают водой. Отработанные после химической очистки растворы и вода после промывки содержат вещества, сброс которых в канализацию и природные водоемы не допускается без очистки. Химический способ очистки аппаратов от накипи универсален и эффективен, но требует специального оборудования, защитных средств (резиновые сапоги, фартук, маска с фильтром) и систему очистки отработанного раствора и воды после промывки.

Поэтому в ряде случаев при небольшом объеме работ, хорошем доступе к очищаемой поверхности целесообразным является механический способ, при котором поверхность очищают от накипи с помощью проволочных щеток, распущенных стальных тросов, фрезой, приводимых в движение посредством электро- или пневмопривода. При механическом способе поверхность очищается неравномерно и разрушается поверхностный слой очищаемого материала.

Разновидностью механического способа является тепловой метод, суть которого состоит в том, что очищаемую поверхность нагревают, а затем быстро

охлаждают, например, орошая водой. Слой накипи растрескивается вследствие различия значений линейного расширения металла и накипи и смывается потоком подаваемой воды. Этот метод чаще применяют для очистки труб испарительного конденсатора, так как расположение труб в виде плотного пучка не позволяет очищать их механическим воздействием и затрудняет очистку химическим способом, а вероятность появления течи вследствие теплового расширения труб меньше, чем у кожухотрубных.

## **2.16. ОТТАИВАНИЕ ОХЛАЖДАЮЩИХ ПРИБОРОВ.**

Образование инея на теплопередающей поверхности охлаждающих приборов приводит к увеличению передаваемого теплового потока только в течение первого часа работы. В последующие часы работы по мере роста толщины слоя инея передаваемый тепловой поток уменьшается. Поэтому охлаждающие приборы необходимо оттаивать, чтобы поддерживать приемлемое значение теплового потока.

Если рассматривать циклическую работу охлаждаемого помещения за достаточно большой промежуток времени, то можно заметить, что частое оттаивание улучшает теплопередачу охлаждающих приборов, а значит, увеличивает их тепловой поток и уменьшает затраты, связанные с функционированием охлаждающих приборов. Но при этом возрастают затраты энергии и непроизводительного времени, связанные с оттаиванием. И наоборот, чем реже оттаивают охлаждающие приборы, тем меньше их тепловой поток и больше затраты на функционирование, но меньше затраты энергии и непроизводительного времени.

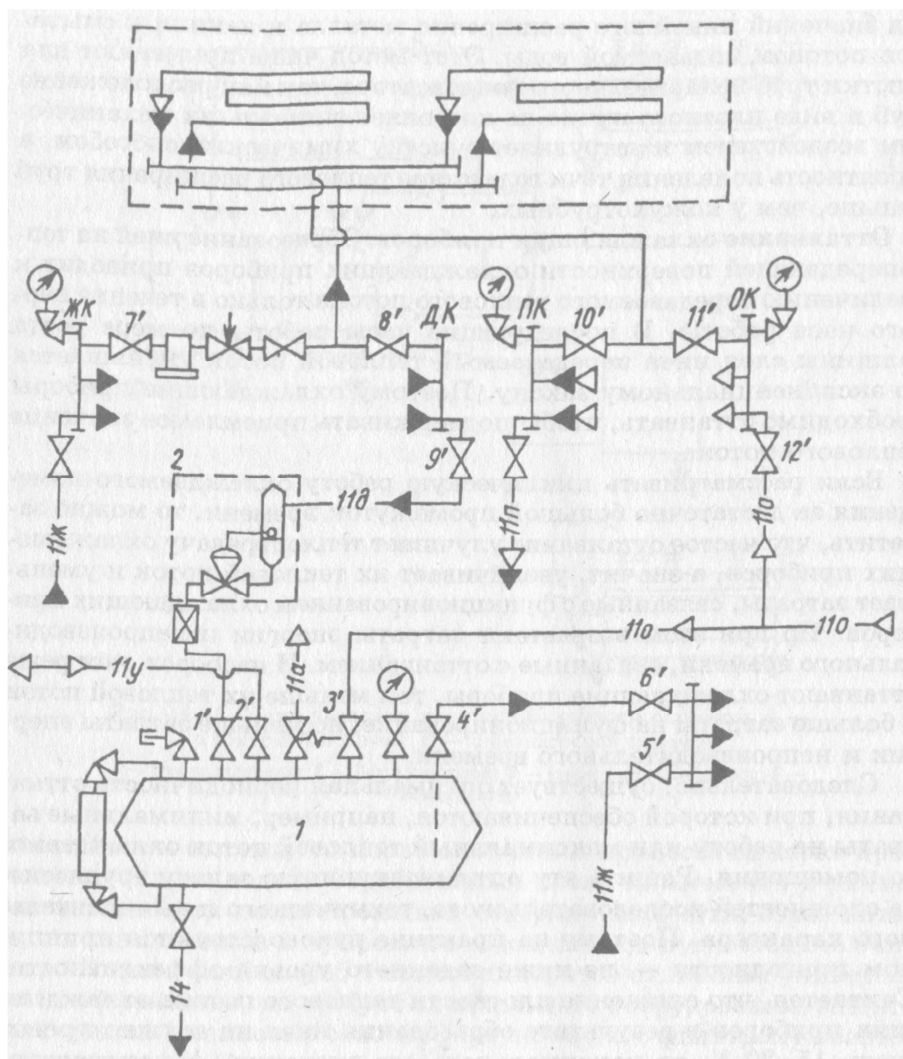
Конкретным показателем начала процесса оттаивания могут быть толщина слоя инея (для воздухоохладителей приблизительно 2 мм) или падение давления в воздушном тракте воздухоохладителя (приблизительно 0,15 кПа).

Оттаивание охлаждающих приборов камер промышленных предприятий осуществляют в основном горячим паром хладагента. Оттаивание проводит обслуживающий персонал компрессорного цеха в соответствии с утвержденным графиком, руководствуясь особой инструкцией, регламентирующей меры безопасности и последовательность рабочих операций.

Так, перед оттаиванием батарей (рис. 2.7.) груз, расположенный под ними, укрывают (например, брезентом), чтобы предотвратить ухудшение его товарного вида и облегчить последующее удаление талой воды и опавшего инея.

Батареи камеры выключают из режима охлаждения, закрыв вентили 7' и 10' на жидкостном ЖК и паровом ПК коллекторах. В дренажном ресивере 1 снижают давление, открыв вентиль 2' на трубопроводе, соединяющем его с циркуляционным (или защитным) ресивером. Вентиль 2' остается в открытом положении в течение всего процесса оттаивания, если на дренажном трубопроводе установлен регулятор уровня высокого давления (РУВД) 2, исключающий поступление пара высокого давления из охлаждающих приборов в дренажный ресивер и обеспечивающий дренирование конденсата по мере его накопления в корпусе РУВД 2. После снижения давления в дренажном ресивере 1 открывают вентили 8', 9' и 1' на дренажном трубопроводе и вентили 11', 12' на трубопроводе подачи горячего пара. При оттаивании охлаждающих приборов давление, показываемое манометром на

оттаивательном коллекторе ОК, не должно превышать значение испытательного давления, установленного для данных охлаждающих приборов.



**Рис. 2.7. Схема оттаивания охлаждающих приборов:**

*1 — дренажный ресивер; 2 — РУВД; 1'-12' — запорные вентили*

При отсутствии на дренажном трубопроводе регулятора 2 вентиль 2' закрывают после снижения давления в дренажном ресивере 1. Открывают вентили 8', 9' и 1' для удаления жидкости из батарей. Если статическое давление столба жидкости не обеспечивает ее удаление в ресивер 1, то жидкость выдавливают, открыв вентили 11' и 12' на линии подачи горячего пара. Подачу горячего пара в процессе оттаивания производят непрерывно, а конденсат из охлаждающих приборов удаляют периодически в дренажный ресивер, в котором каждый раз перед этим снижают давление. Процесс оттаивания заканчивается, когда теплопередающая поверхность охлаждающих приборов освобождается от инея. После оттаивания прекращают подачу горячего пара, закрыв вентили 11', 12', и дренирование конденсата, закрыв вентили 8', 9' и 1'. Батареи камеры включают в режим охлаждения, открыв вентили 7 и 10'.

Собранный в дренажном ресивере хладагент выдерживается некоторое время для того, чтобы повысилась температура и произошло расслоение хладагента и масла. Масло из дренажного ресивера удаляют в маслосборник. А оставшийся жидкий хладагент перекачивают в охлаждающие приборы, открыв вентиль 3' на линии подачи пара высокого давления, вентили 4' и 6' и закрыв вентиль 5' на линии

подачи жидкого хладагента из линейного ресивера. После удаления жидкости из дренажного ресивера закрывают вентили 4', 6' и 3'. Открывают вентиль 5'. Давление в дренажном ресивере снижают, открыв на некоторое время вентиль 2'.

Оттаивание воздухоохладителей горячим паром хладагента проводят в целом аналогично оттаиванию батарей. На период оттаивания закрывают всасывающий и нагнетательный вентили, выключают электродвигатели вентиляторов воздухоохладителей, открывают вентили на оттаивательном и дренажном трубопроводах. Поддон и трубопровод, по которому из поддона отводится вода, образовавшаяся при плавлении инея, нагреваются медленнее, чем теплопередающие трубы. Поэтому трубопровод для отвода воды, обогреваемый обычно гибкими электронагревателями, начинают нагревать на 15-20 мин раньше, чем трубы. Горячий пар подают сначала в змеевик поддона, а затем в трубы.

Оттаивание воздухоохладителей с помощью электронагревателей выполняют в такой последовательности. В дренажном ресивере снижают давление, соединив его с циркуляционным (защитным) ресивером. Воздухоохладители переключают на режим оттаивания — отключают от испарительной системы, выключают электродвигатели вентиляторов, соединяют с дренажным ресивером и включают электронагреватели. После оттаивания воздухоохладители переключают на режим охлаждения, выполняя операции в обратной последовательности. А через некоторое время из дренажного ресивера удаляют масло и хладагент.

## **2.17. ЗАЩИТА ЭЛЕМЕНТОВ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ОТ КОРРОЗИИ.**

Элементы холодильной установки, соприкасающиеся с загрязненным атмосферным воздухом, хладоносителем, водой, грунтом, подвержены разрушающему действию различных видов коррозии, которая сокращает срок их службы, а в теплообменных аппаратах продукты коррозии, отлагаясь на теплопередающей поверхности, увеличивают термическое сопротивление. Скорость коррозии, измеряемая обычно толщиной разрушенного материала (мм) или массой, отнесенной к единице площади поверхности ( $\text{г/м}^2$ ), за год, зависит от вида материала, состава среды и внешних условий (температуры, давления, скорости движения). Например, скорость атмосферной коррозии возрастает с увеличением влажности атмосферы, скорость электрохимической коррозии увеличивается в кислой среде, при повышении температуры и скорости движения среды.

Для защиты от коррозии элементов холодильной установки применяют различные способы: изолируют металл от коррозионной среды, покрывая его поверхность слоем коррозионно-стойкого материала, снижают коррозионную активность среды, используют ингибитор (вещество, замедляющее скорость коррозии), изменяют коррозионный потенциал металла.

Защиту металла от коррозии путем нанесения слоя грунтовки, краски, лака и эмали применяют наиболее широко. Лакокрасочное покрытие выполняет защитную функцию, если слой непрерывен. Правда, в последнее время появились защитные лакокрасочные покрытия, наполненные порошком цинка, которые защищают металл и при нарушении непрерывности их слоя

(силиконоцинковые, эпоксидноцинковые). Современные технологии

позволяют покрывать поверхность металла слоем синтетической пластмассы различной толщины. Такое покрытие прочнее и долговечнее лакокрасочного, и оно вытесняет лакокрасочное.

Выпускают испарители, теплопередающая поверхность которых, контактирующая с хладоносителем, покрыта тонким слоем пластмассы. Поверхность трубной решетки и крышки маслоохладителей винтовых компрессорных агрегатов со стороны охлаждающей воды покрывают слоем эпоксидной смолы. Защитное покрытие из металла является наиболее прочным и эффективным. Например, поверхность охлаждающих приборов, воздушных и испарительных конденсаторов оцинковывают, иногда поверхность теплопередающих труб воздухоохладителей и конденсаторов плакируют сплавом алюминия.

Коррозионная активность среды может быть снижена путем поддержания целесообразного значения водородного показателя ( $pH = 7 \dots 12$  для углеродистой стали,  $pH = 7$  для алюминия), уменьшения концентрации кислорода и водорода, ионов тяжелых металлов, галогенов и др., уменьшения влажности воздуха, предотвращения конденсации пара на поверхности, понижения температуры, давления и скорости движения. Для уменьшения содержания кислорода в средах, соприкасающихся с атмосферным воздухом, используют специальные полимерные материалы - редокситы, которые активно связывают растворенный кислород, удаляя его из водной среды. Процесс удаления сводится к фильтрованию воды через колонку, заполненную зернистым редокситом.

Ингибиторы коррозии - вещества, введение которых в агрессивную среду снижает скорость коррозии металлических материалов. Одни ингибиторы имеют электрохимическую природу, другие способствуют образованию на металле пленок и переводят металл в пассивное состояние. Ингибиторы применяют главным образом в системах охлаждения постоянным или малообновляемым количеством агрессивной среды, например, для защиты от коррозии теплопередающей поверхности аппаратов, трубопроводов со стороны воды, хладоносителя, циркулирующих по замкнутому контуру.

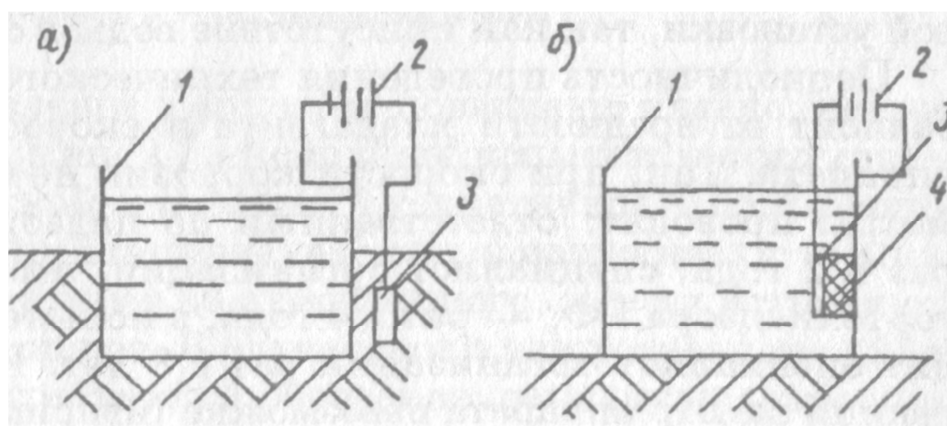
В холодильной технике применяют ингибиторы главным образом неорганического происхождения. Так, для защиты черных металлов в пресную воду системы оборотного водоснабжения вводят жидкое стекло, бихромат натрия и каустическую соду. Например, на  $1 \text{ м}^3$  свежей воды добавляют 90 г бихромата натрия и 26 г каустической соды. Для защиты черных металлов и цинка в рассолах используют в основном хромат и бихромат натрия. Первый эффективнее, но последний дешевле и доступнее.

В хладоновых установках в хладагент добавляют борный ангидрид в количестве 0,01 - 1%, а в смазочное масло вводят пиколиновую кислоту в количестве 0,05 - 1% и перекись дибензоила в количестве 0,1%. Поскольку защитное действие ингибитора уменьшается в процессе работы, то его необходимо периодически добавлять в раствор.

Защиту металла изменением его стационарного потенциала называют электрохимической. Есть две разновидности такой защиты - катодная и анодная. Катодная защита осуществляется катодной поляризацией от внешнего источника

тока или путем соединения с металлом (анодным протектором), имеющим более отрицательный потенциал, чем у защищаемого металла. Анодная защита осуществляется анодной поляризацией от внешнего источника тока или путем соединения с металлом (катодным протектором), имеющим более положительный потенциал, чем у основного металла. На холодильных установках применяют в основном катодную защиту посредством анодного протектора. Для защиты объектов из углеродистой и низколегированной стали используют протекторы из алюминиевых (марки АП1, АП3) и цинковых (марки ЦП1, ЦП3) сплавов. А для защиты объектов из сплавов на основе меди и никеля применяют протекторы из стали (марки Ст0, Ст3). Так как протекторы имеют ограниченный радиус защитного действия, то на защищаемом объекте крепится несколько протекторов. Размещают их на крышке и трубной доске кожухотрубных испарителей и маслоохладителей, на панельных батареях открытых испарителей и аккумуляторов холода, на поверхности трубопроводов с учетом их ограниченного защитного действия. Нужно обращать внимание, чтобы место крепления протектора было бы хорошо зачищено и обезжирено. Протектор, разрушенный более чем на 40% от первоначальной массы, заменяют.

Катодная защита посредством внешнего источника тока (рис. 2.8) имеет ряд преимуществ по сравнению с протекторной. Она позволяет контролировать и изменять защитный потенциал, обеспечивает больший радиус защитного действия, обладает большей долговечностью. Эффективность катодной защиты зависит от правильного выбора защитного потенциала, плотности тока и размещения анода. Применяют, как правило, стальные растворимые аноды (рис. 2.8, а), а если периодическая замена анодов представляет значительные трудности, то применяют более дорогой нерастворимый анод, например титан, покрытый платиновой фольгой (рис. 2.8, б). Для защитного действия достаточно небольшой (несколько вольт) разности электрических потенциалов у источника постоянного тока.



**Рис. 2.8. Схема катодной защиты с помощью внешнего источника тока:**

*а — с разрушающимся анодом; б — с неразрушающимся анодом; 1 — бак; 2 — источник тока; 3 — анод; 4 — электрическая изоляция*

## 2.18. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ АППАРАТОВ.

Аппараты (сосуды) холодильной установки — линейный, циркуляционный и дренажный ресиверы, кожухотрубные конденсатор и испаритель, промежуточный сосуд, отделитель жидкости, маслоотделитель, маслосборник — являются источниками повышенной опасности, поскольку содержат или могут содержать хладагент под большим избыточным давлением. Поэтому их монтаж, техническое



обслуживание и ремонт регламентированы нормативным и отраслевым документами, которые предусматривают, в частности, проверку технического состояния аппаратов путем проведения так называемого технического освидетельствования.

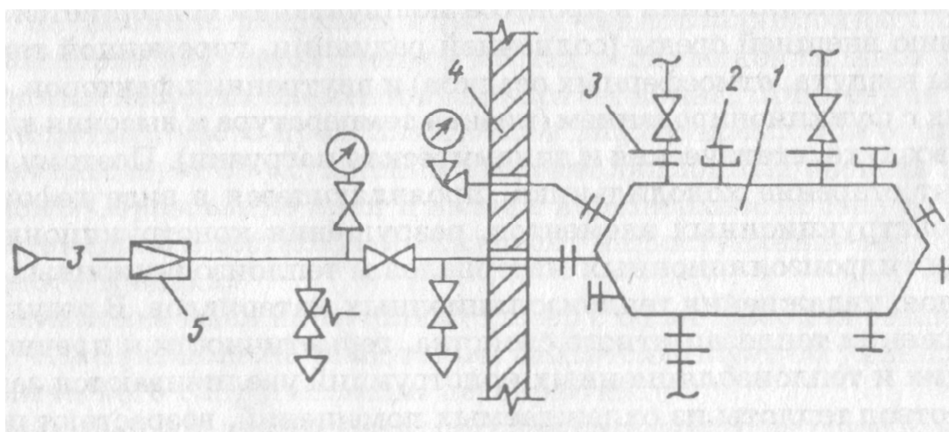
В соответствии с требованиями этого документа предприятие, имеющее холодильную установку, должно проводить техническое освидетельствование каждого аппарата после монтажа или ремонта, периодически в процессе эксплуатации, а иногда и досрочно. До пуска в работу аппарат подвергается техническому освидетельствованию, если после испытания на заводе-изготовителе прошло более 12 мес., при транспортировании получено повреждение, имели место сварка или пайка его элементов. Внеочередное техническое освидетельствование проводят, если применялись сварка или пайка частей аппарата при ремонте, аппарат не был в работе более одного года (при складской консервации хранился более трех лет), аппарат демонтирован и установлен на новом месте, инспектор государственного надзора, или лицо, осуществляющее надзор, или лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную работу аппарата, считает это необходимым.

Техническое освидетельствование заключается в предварительном внешнем и внутреннем осмотре и испытании давлением на прочность и плотность, равном пробному давлению, а иногда и в дополнительном испытании на герметичность давлением, равным испытательному давлению. Объем, методы и периодичность технического освидетельствования аппаратов указаны в техническом паспорте, формуляре и других документах. При наружном и внутренних осмотрах выявляют дефекты: трещины, надрывы и коррозию стенок; пористость, наплывы и прожоги сварных швов. После устранения дефектов давлением проверяют прочность корпуса и плотность соединений. Испытание аппаратов давлением должно быть гидравлическим, но может быть и пневматическим с одинаковым пробным давлением. Обычно предпочтение отдается пневматическому — воздухом аппаратов аммиачной холодильной установки и газом (азотом, диоксидом углерода) либо воздухом, осушенным до температуры точки росы не более  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , аппаратов хладоновой установки, так как присутствие воды в системе нежелательно.

Периодичность проведения технического освидетельствования зависит от вредности хладагента и скорости коррозии корпуса аппарата. Так, при скорости коррозии не более 0,1 мм в год осмотры проводят: ответственный по надзору от предприятия — раз в 2 года; специалист организации, имеющий лицензию Госгортехнадзора РФ, — раз в 4 года, а испытание давлением проводит специалист организации раз в 8 лет. Если осуществить внутренний осмотр аппарата невозможно (например, у аппарата небольшой диаметр, имеется трубная решетка), то осматривают только доступные места и проводят пневматическое испытание на прочность не реже одного раза в два года.

Техническое освидетельствование аппаратов должно производиться по письменному распоряжению администрации бригадой машинистов компрессорного цеха под непосредственным руководством сменного механика и старшего машиниста. Члены бригады изучают инструкцию по проведению пневматического испытания аппаратов и руководствуются ее положениями в работе. Перед проведением технического освидетельствования из аппарата удаляют жидкий хладагент

и другие рабочие среды. Аппарат выключают из работы, вакуумируют, продувают воздухом. Удаляют теплоизоляцию, если есть признаки (например, вспучивание), указывающие на наличие дефектов. Аппарат 1 (рис. 2.9.) отключают от системы путем установки между фланцами трубопроводов с запорными вентилями со стороны сосуда заглушек 3 с рукоятками (для быстрого определения места их установки); снимают предохранительные клапаны, на патрубки ставят заглушки 2, монтируют линии трубопроводов с запорной арматурой, манометрами, предохранительным и редукционным 5 клапанами, необходимыми для испытания, в соответствии с рабочей схемой, утвержденной администрацией предприятия. Аппараты, имеющие высоту более 2 м, оборудуют приспособлениями, обеспечивающими безопасный доступ ко всем частям аппарата.



**Рис. 2.9. Схема испытания аппарата:**

1 — аппарат; 2 — заглушка;  
3 — заглушка с хвостовиком; 4 — защитное ограждение; 5 — редукционный клапан

При испытании давление в аппарате повышают плавно, например, до 0,1 МПа за 15 мин, а до половины испытательного давления — за 1 ч с выдержкой и проверкой герметичности соединений и возможных деформаций материала. Если обнаруживают утечки, то давление плавно снижают до атмосферного, и течи устраняют. Затем испытания повторяют. В случае, если для устранения обнаруженных дефектов требуется проведение ремонтных работ, то выявленные дефекты и содержание восстановительных работ заносят в ремонтный журнал. Если при промежуточном и испытательном давлениях не обнаружено утечек и деформаций, то давление плавно повышают до пробного, выдерживают в течение 5 минут. Затем давление снижают до расчетного и осматривают аппарат, проверяя герметичность швов и разъемных соединений любым методом, а также дефекты корпуса.

Аппарат признается работоспособным, если не обнаружены утечки, нет признаков разрыва и видимых деформаций. Результаты испытаний с указанием начальных и конечных давлений, температур и продолжительности испытания оформляют актом, а также заносят в технический паспорт аппарата. Разрешение на ввод аппарата в эксплуатацию с указанием даты (число, месяц и год) следующего технического освидетельствования записывают в паспорт аппарата, книгу учета и освидетельствования сосудов, а дату наносят краской на табличке, расположенной на корпусе аппарата. Аппарат готовят: удаляют заглушки, ставят предохранительные клапаны, контрольно-измерительные приборы,

восстанавливают тепловую изоляцию, если необходимо, и на основании письменного распоряжения администрации цеха включают в работу.

## 2.19. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА АММИАКА.

Хранение аммиака. Аммиак хранят в ресиверах (цистернах), предназначенных также для снабжения им низовых предприятий, и в стальных баллонах.

При хранении аммиака ресиверы защищают жалюзийным ограждением с кровлей от солнечных лучей и осадков, а также доступа посторонних лиц. Допускается размещение такого хранилища на расстоянии пожарного разрыва от машинного отделения при условии соединения ресиверов трубопроводами: с конденсатором—уравнительным и воздухопускным, с испарительной системой — всасывающим до отделителя жидкости или заменяющего его аппарата (по ходу паров), с регулирующей станцией — жидкостным. Ресиверы должны иметь визуальные указатели уровня, манометры, предохранительные клапаны и сбросные от них трубопроводы. Общая вместимость хранилища должна быть минимальной и определяться исходя из годовой потребности в аммиаке и периодичности доставки его с химзавода. Величина отдельных сосудов хранилища не должна превышать 25 м<sup>3</sup> и заполнение их допускается в размере не более 80 %.

Баллоны для аммиака окрашивают в желтый цвет с надписью черной масляной, эмалевой или нитрокраской «Аммиак» (табл.2.2).

Таблица 2.2.

Окраска баллонов, текст надписи, цвет надписи и полосы

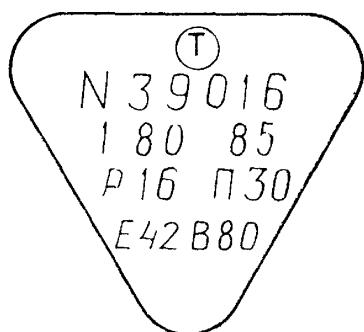
Газ	Окраска баллонов	Текст надписи	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Черная	Азот	Желтый	Коричневый
Аммиак	Желтая	Аммиак	Черный	—
Ацетилен	Белая	Ацетилен	Красный	—
Воздух	Черная	Сжатый воздух	Белый	—
Кислород	Голубая	Кислород	Черный	—
Диоксид углерода	Черная	Углекислота	Желтый	—

Периодическое освидетельствование баллонов производят на заводе-наполнителе или на специально организованных испытательных пунктах выделенными приказом по предприятию работниками этих заводов (испытательных пунктов). Освидетельствование аммиачных баллонов, проверка вместимости и массы проводятся не реже 1 раза в 5 лет. Перед осмотром баллоны тщательно очищают и промывают водой. При обнаружении лицом, производящим освидетельствование, потери массы или увеличения вместимости баллоны переводят в другой тип и на них наносят новое клеймо. На бракованные баллоны наносят круглое клеймо диаметром 12 мм с изображением креста внутри круга.

Все баллоны должны иметь стандартные клейма, окраску и надписи. Знаки клеймения по высоте должны быть не менее 8 мм. Окраску и нанесение надписей на

баллонах производят заводы-изготовители, а в дальнейшем — заводы-наполнители, наполнительные станции или испытательные пункты.

На верхней сферической части баллона (рис. 2.10.) должны быть отчетливо выбиты клейма в следующем порядке: товарный знак завода-изготовителя; номер баллона; масса баллона; месяц и год изготовления (испытания) и дата следующего испытания; допустимое рабочее давление; пробное гидравлическое давление; вместимость баллона в литрах; клеймо ОТК завода-изготовителя круглой формы диаметром 10 мм (за исключением стандартных баллонов большой вместимости); номер стандарта (для баллонов большой вместимости).



*Рис. 2.10. Образец клеймения) баллона*

Место на баллоне, где выбиты паспортные данные, покрывают бесцветным лаком, фактическую массу баллона указывают с точностью до 0,2 кг с учетом массы краски, кольца для колпака и башмака, но без учета массы вентиля и колпака.

Аммиачные баллоны должны соответствовать Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, и инструкции по хранению, опорожнению баллонов и наполнению их аммиаком из системы. Норма заполнения баллона аммиаком — не более 0,5 кг на 1 л объема баллона.

Каждая поступающая партия баллонов с аммиаком должна быть снабжена протоколом заводской лаборатории с указанием данных анализа. В случае отсутствия анализа лаборатории или при отступлении от ГОСТа заполнять систему аммиаком не разрешается.

### **ГЛАВА 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АППАРАТОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.**

#### **3.4. ОБСЛУЖИВАНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ.**

#### **3.5. ОБСЛУЖИВАНИЕ ИСПАРИТЕЛЕЙ И ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ.**

#### **3.6. ОБСЛУЖИВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО И ЦИРКУЛЯЦИОННОГО РЕСИВЕРОВ, ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СОСУДОВ.**

К основным работам при техническом обслуживании аппаратов холодильных установок относят оперативные переключения аппаратов, изменение режима по требованию потребителей холода, регулирование для поддержания оптимального режима, оттаивание испарительных систем, очистку теплообменных аппаратов от загрязнений и отложений солей и масла, устранение утечек хладагента и неплотностей трубопроводов, меры по предотвращению коррозии, удаление неконденсирующихся газов и масла из аппаратов и систем, профилактические осмотры и ремонт, а также испытания на прочность и плотность при освидетельствовании сосудов и т. д.

### 3.1. ОБСЛУЖИВАНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ.

Оно сводится к подаче воды или воздуха в количестве, необходимом для достижения оптимальной температуры конденсации, своевременному выпуску неконденсирующихся газов и очистке теплопередающей поверхности. Обычно при нормальном режиме охлаждения нагрев воздуха в воздушных конденсаторах составляет 5 - 9<sup>0</sup>С, нагрев воды в горизонтальных кожухотрубных конденсаторах 4 - 8<sup>0</sup>С, в вертикальных 2 - 4<sup>0</sup>С, в оросительных 2 - 3<sup>0</sup>С. В отдельных случаях показатели могут отличаться от рекомендуемых. Так, при прямоточном водоснабжении и высокой стоимости воды допускается нагрев воды в конденсаторе до 12<sup>0</sup> С. Нормы расхода воды на охлаждение конденсаторов в м<sup>3</sup> / (кВт. ч) составляют

Оросительный	0,07 - 0,10
Кожухотрубный	
Вертикальный	0,3 - 0,4
Горизонтальный	0,17 - 0,21
Испарительный	0,0021

В процессе эксплуатации водооборотных систем со временем уменьшается объем циркулирующей воды из-за ее испарения и увеличивается концентрация солей жесткости, в связи с чем в систему периодически добавляют воду, а также через определенное время ее полностью заменяют. Чистота теплопередающей поверхности и, как следствие, продолжительность безостановочной работы конденсаторов находятся в прямой зависимости от качества подготовки воды в водооборотных системах.

Не реже раза в месяц из аммиачных конденсаторов выпускают масло и делают анализ воды после конденсатора на присутствие аммиака. В случае появления следов аммиака в воде анализ проводят 1 - 2 раза в смену или в сутки и по решению руководства холодильной установки останавливают конденсатор для отыскания места утечки и для ремонта. В течение смены контролируют и регистрируют в суточном журнале давление конденсации и температуру воды на входе и выходе.

### 3.2. ОБСЛУЖИВАНИЕ ИСПАРИТЕЛЕЙ И ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ.

При работе испарителей, предназначенных для охлаждения хладоносителя, периодически фиксируют температуру и давление кипения, температуру пара, выходящего из испарителя, температуры хладоносителя на входе и выходе. Проверяют уровни хладагента и хладоносителя, герметичность соединений по присутствию хладагента в хладоносителе, концентрацию хладоносителя в растворе. Следует заметить, что при концентрации хладоносителя, превышающей допустимое значение, будет повышенный расход энергии на привод насоса по причине увеличения гидравлического сопротивления циркуляционного контура, так как увеличиваются плотность и вязкость хладоносителя.

Периодически в зависимости от условий эксплуатации в хладагент вводят ингибитор коррозии, из полости хладагента удаляют масло, предварительно прогрев аппарат, выпускают воздух из закрытых испарителей через воздушные краны на крышках аппарата. Регламентированный технический осмотр, проводимый через три месяца, предусматривает проверку работоспособности контрольно-измерительных приборов, состояния арматуры,

протекторов электрохимической защиты от коррозии и мешалок в открытых испарителях и аккумуляторах.

От регулирования подачи хладагента и порядка включения и отключения испарителей во многом зависит безопасность работы испарительных систем. Регулирование подачи хладагента проводят таким образом, чтобы предотвратить прорыв паров со стороны высокого давления. Это достигается плавностью операций регулирования, поддержанием необходимого уровня жидкости в линейном ресивере. При подключении к работающей системе отключенных испарителей необходимо предотвратить влажный ход компрессора, который может произойти из-за выброса пара из отепленного испарителя вместе с каплями жидкого хладагента при резком его вскипании после неосторожного или непродуманного открытия запорной арматуры.

Для обеспечения эффективного процесса теплопередачи в испарителях холодильных установок с рассольными системами следят за тем, чтобы вся теплопередающая поверхность была погружена в рассол. В испарителях открытого типа уровень рассола должен быть на 100-150 мм выше секций испарителя. При эксплуатации кожухотрубных испарителей следят за своевременным выпуском воздуха.

При обслуживании испарительных систем следят за своевременностью оттаивания слоя инея на батареях и воздухоохладителях, проверяют, не замерз ли трубопровод отвода талой воды, следят за работой вентиляторов, плотностью закрытия люков и дверей во избежание потерь охлаждаемого воздуха.

Подачу жидкого хладагента в воздухоохладители в установках с безнасосной схемой регулируют по уровню в воздухоохладителе. В установках с насосной схемой регулируют равномерность поступления хладагента во все воздухоохладители в зависимости от скорости их обмерзания.

### **3.3. ОБСЛУЖИВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО И ЦИРКУЛЯЦИОННОГО РЕСИВЕРОВ, ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СОСУДОВ.**

*При обслуживании линейного и циркуляционного ресиверов необходимо следить за поддержанием в них определенного уровня хладагента и за периодическим выпуском масла. Уровень жидкости в линейном ресивере зависит от тепловой нагрузки на испарительную систему. При возрастании тепловой нагрузки в испарительной системе происходит интенсивное парообразование и количество хладагента в линейном ресивере увеличивается. Необходимо предотвратить изменение уровня в линейном ресивере до экстремальных значений, чтобы не допустить ни прорыва пара через регулирующий вентиль, ни переполнения конденсатора. Снижение уровня в линейном ресивере может наблюдаться при*

недостатке хладагента в системе, а также при ухудшении теплообмена в испарительных системах из-за образования снеговой шубы. Для улучшения теплообмена охлаждающие батареи немедленно размораживают. Поддержание рабочего уровня жидкости в циркуляционном ресивере обеспечивает надежную работу циркуляционных насосов. Из испарительных систем аммиачных установок регулярно удаляютнакапливающееся масло. В противном случае испарительная система, охладители и циркуляционный ресиверзамазываются, ухудшается теплообмен, трубопроводызабиваются вязким при низкой температуре маслом, что может привести к срыву работы циркуляционного насоса. При выпуске масла из циркуляционного ресивера останавливают циркуляционный насос, и ресивер прогревают горячими парами хладагента.

**Обслуживание промежуточных сосудов** заключается в обеспечении требуемого охлаждения пара и жидкости и предотвращении попадания влажного пара в цилиндр высокой ступени. Промежуточный сосуд заполняется жидким аммиаком до уровня около 30 % расчетной высоты сосуда. Уровень контролируют визуально и автоматически - дистанционным указателем уровня на пульте управления холодильной установки.. Кроме того, предусматривают световую и звуковую сигнализацию при увеличении уровня, особенно в аммиачных холодильных установках и в установках, где в качестве хладагента используются взрывоопасные и токсичные газы, а также защиту от влажного хода при увеличении уровня жидкости.

Температура жидкого аммиака, выходящего из змеевика промсосуда, должна быть на 2 - 3<sup>0</sup> С выше промежуточной температуры в сосуде. Эта разность температур зависит главным образом от уровня жидкого аммиака в промежуточном сосуде, количества масла в нем и расхода жидкого аммиака через змеевик. Во избежание ухудшения охлаждения змеевика масло из нижней части промежуточного сосуда периодически выпускают.

Регламентированный технический осмотр, проводимый ежеквартально, предусматривает проверку состоянияконтрольно - измерительных приборов и арматуры аппаратов.

#### **ГЛАВА 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПРЕССОРОВ И КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ.**

- 4.5. ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ОТКЛОНЕНИЯ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ОТ НОРМАЛЬНОЙ, ИХ ОБНАРУЖЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ.**
- 4.6. ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ.**
- 4.7. ОБСЛУЖИВАНИЕ РОТАЦИОННЫХ И ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ.**
- 4.8. СМАЗКА ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ. ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМЫ СМАЗКИ КОМПРЕССОРОВ.**

#### **4.1. ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ОТКЛОНЕНИЯ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ОТ НОРМАЛЬНОЙ, ИХ ОБНАРУЖЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ.**

При эксплуатации аммиачных холодильных установок наиболее часто встречающимися отклонениями, в значительной степени влияющими на экономичность и безопасность их работы, являются повышенная температура конденсации пара в конденсаторе, повышенная или чрезмерно высокая температура пара на нагнетательной стороне компрессора, пониженная температура кипения аммиака в испарительной системе, влажный ход компрессора. Основные признаки ненормальной работы аммиачной холодильной установки, их причины и способы устранения указаны в табл. 4.1.

Потери хладагента приводят к нарушению режима работы установки, уменьшению ее холодопроизводительности и перерасходу электроэнергии на выработку холода.

Таблица 4.1.

Основные неполадки в работе аммиачной холодильной установки.

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
Мала холодопроизводительность, повысилась давление конденсации,	Недостаточная подача воды.	Увеличить подачу воды на конденсатор, чтобы нагрев ее был не более 6 °С в конденсаторе закрытого типа, не более 3 °С в оросительном конденсаторе.
при этом нагрев воды 10—15 °С	Неравномерное распределение воды по секциям оросительного конденсатора.	Отрегулировать водораспределительное устройство.
	Высокая температура циркуляционной воды.	Проверить и наладить работу устройства для охлаждения воды, увеличить подачу свежей воды.
нагрев воды при нормальном ее расходе незначителен (2—3 °С)	Трубы конденсатора загрязнены.	Очистить трубы конденсатора.
температура конденсации выше температуры отходящей воды более чем на 5—8 °С	В системе воздух, загрязнены трубы конденсатора.	Выпустить из системы воздух, очистить трубы конденсатора.
уровень аммиака в конденсаторе выше верхней кромки смотрового стекла, температура нагнетания повышена.	Недостаточно открыт ТРВ.	Отрегулировать ТРВ вращением регулировочного шпинделя.



<p>Давление испарения снизилось, при этом</p> <p>чрезмерный нагрев крышек цилиндров, перегрев паров в сухопарнике (8—10 °С вместо 1—2°С)</p>	<p>В системе недостаточно аммиака.</p>	<p>Добавить в систему аммиак.</p>
<p>температура рассола на выходе из испарителя на 8—12 °С выше температуры испарения, жидкостная линия после фильтра покрыта инеем.</p>	<p>Трубы испарителей загрязнены, поверхность включенных испарителей недостаточна.</p>	<p>Очистить трубы испарителей, включить дополнительную поверхность испарителей.</p>
	<p>Засорен фильтр.</p>	<p>Промыть фильтр.</p>
<p>Всасывающая сторона компрессора и блок вблизи цилиндров покрыты инеем, температура Г нагнетания понижена</p> <p>Неравномерный нагрев блока вблизи цилиндров.</p>	<p>Влажный ход компрессора, чрезмерно открыт ТРВ.</p>	<p>Отрегулировать ТРВ вращением регулировочного шпинделя.</p>
<p>Неравномерный нагрев блока вблизи цилиндров.</p>	<p>Поломка нагнетательного клапана.</p> <p>Поломка всасывающего клапана</p>	<p>Провести осмотр и ремонт клапана.</p> <p>То же.</p>
<p>Пониженное давление (температура) кипения (перепад температур между температурой кипения и температурой рассола более 5 °С и между температурой кипения аммиака и температурой камер более 10 °С).</p>	<p>Велика холодопроизводительность компрессоров, включенных в работу.</p> <p>Недостаточная поверхность включенных испарителей.</p> <p>Недостаток аммиака в системе.</p> <p>Чрезмерное обрастание инеем охлаждающих устройств.</p> <p>Обмерзание труб испарителя из-за слабой концентрации рассола.</p>	<p>Остановить часть компрессоров.</p> <p>Включить дополнительную поверхность испарителей.</p> <p>Добавить в систему аммиак.</p> <p>Удалить иней.</p> <p>Проверить плотность рассола и довести концентрацию до нормы.</p> <p>Очистить теплопередаю-</p>

	<p>Загрязнение теплопередающей поверхности испарителей.</p> <p>Недостаточная подача аммиака вследствие неправильного регулирования; засорение фильтра жидкостного трубопровода и регулирующего вентиля; неисправная работа приборов автоматического регулирования и контроля.</p>	<p>щую поверхность и продукт от масла и других загрязнений.</p> <p>Отрегулировать подачу аммиака; очистить фильтр, продуть трубопровод и вентиль; настроить приборы автоматического регулирования и контроля.</p>
<p>Повышенное давление (температура) кипения (недостаточные перепады температур между температурой воздуха в камерах или рассола и температурой кипения).</p>	<p>Недостаточная холодопроизводительность включенных компрессоров.</p> <p>Влажный ход компрессора.</p> <p>Неисправности в работе (пропуски клапанов, байпаса).</p>	<p>Включить дополнительные компрессоры.</p> <p>Отрегулировать подачу аммиака в испарительную систему.</p> <p>Провести осмотр и ремонт клапанов и байпаса</p>
<p>Высокая температура всасывания по сравнению с температурой кипения (более чем на 10°C).</p>	<p>Неправильное регулирование подачи аммиака в испарительную систему; регулирующий вентиль открыт недостаточно.</p> <p>Недостаток аммиака в системе.</p> <p>Неудовлетворительное состояние изоляции всасывающих трубопроводов.</p>	<p>Открыть больше регулирующий вентиль и отрегулировать подачу холодильного агента в испарительную систему.</p> <p>Добавить в систему аммиак.</p> <p>Отремонтировать изоляцию трубопроводов.</p>
<p>Влажный ход компрессора (температура всасывания равна температуре кипения; температура нагнетания значительно ниже нормальной; по-</p>	<p>Неправильное регулирование подачи аммиака в испарительную систему.</p> <p>Избыток аммиака в системе.</p>	<p>Прикрыть регулирующий вентиль. Настроить приборы автоматического регулирования.</p> <p>Распределить аммиак по аппаратам испарительной</p>

явление инея на стенках цилиндра).		системы. Перепустить излишек аммиака из системы в баллоны или ресиверы.
Повышенная температура нагнетания.	<p>Неправильное регулирование подачи аммиака в испарительную систему.</p> <p>Недостаток аммиака в системе.</p> <p>Недостаточная подача воды в охлаждающую рубашку компрессора.</p> <p>Неисправности компрессора (пропуски в клапанах, поршневых кольцах, байпасе и др.).</p> <p>Большая длина всасывающего трубопровода, неудовлетворительное состояние его изоляции.</p> <p>Подсос воздуха.</p>	<p>Приоткрыть регулирующий вентиль, настроить приборы автоматического регулирования.</p> <p>Добавить в систему аммиак.</p> <p>Увеличить подачу воды.</p> <p>Провести осмотр и ремонт клапанов, поршневых колец, байпаса.</p> <p>Провести осмотр и ремонт изоляции.</p> <p>Устранить неплотности в системе и проконтролировать работу воздухоотделителя.</p>
Масляный манометр не показывает давления или показывает ниже нормы.	<p>Засорен масляный фильтр (фильтр-заборник).</p> <p>Неисправность масляного насоса, маслопровода, масляного манометра.</p>	<p>Снять фильтр и промыть.</p> <p>Провести осмотр и устранить дефекты.</p>
Течь масла через сальники.	<p>Износ или перекося графитовых колец, задир стальных колец.</p> <p>Течь сальника в результате некачественной центровки компрессора с электродвигателем.</p>	<p>Разобрать сальник и устранить дефекты.</p> <p>Проверить центровку и при необходимости добиться соосности валов.</p>

*К признакам недостатка аммиака в системе относят:*

- ✓ пониженное давление (температуру) кипения, перегрев паров на всасывающей стороне компрессора;
- ✓ повышенную температуру нагнетания, несмотря на достаточное открытие регулирующего вентиля;
- ✓ неполное покрытие инеем охлаждающих приборов и отсутствие инея на всасывающей стороне компрессора;
- ✓ периодическое или постепенное оттаивание инея после ручного регулирующего вентиля;
- ✓ пониженное давление на конденсаторе.

Неисправности в работе водяных и рассольных центробежных насосов, которые могут привести к аварийной остановке компрессора, испарителя или всей установки, их причины и меры устранения приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2.

Основные неисправности в работе центробежных насосов, их причины и меры устранения.

Неисправность	Причины	Меры устранения
Насос не подает воду (рассол).	Не залит насос и всасывающий трубопровод водой (рассолом).	Остановить насос, залить его и всасывающий трубопровод водой (рассолом).
	Негерметичен приемный клапан или засорилась его сетка.	Устранить неисправность клапана или прочистить сетку.
	Подсос воздуха через неплотности во всасывающем трубопроводе.	Устранить неплотности во всасывающем трубопроводе.
	Пропуски в сальнике со стороны всасывания.	Подтянуть сальник или полностью заменить сальниковую набивку.
	Большая высота всасывания.	Поднять уровень воды (рассола) в баке.
	Крыльчатка насоса вращается в обратную сторону.	Изменить направление вращения (переключить фазы электродвигателя).
Недостаточная производительность.	Загрязнение или износ рабочих дисков.	При загрязнении очистить, при износе заменить.
	Приемная сетка, всасывающий трубопровод и	Очистить их от грязи.

	<p>насос забиты грязью.</p> <p>Попал сор между седлом и клапаном.</p> <p>Износились крыльчатка, направляющие аппараты или уплотняющие кольца.</p> <p>Большая высота всасывания.</p> <p>Неплотности во всасывающем трубопроводе.</p> <p>Частично оголился приемный клапан и в него попадает воздух.</p> <p>Напряжение упало и насос не дает полной частоты вращения.</p>	<p>Прочистить клапан.</p> <p>Отремонтировать или заменить новыми.</p> <p>Поднять уровень воды (рассола) в баке.</p> <p>Устранить неплотности.</p> <p>В приемный бак добавить воды (рассола) или удлинить всасывающий трубопровод (углубить насос).</p> <p>Увеличить напряжение.</p>
<p>Перегрузка насоса.</p>	<p>Неправильная сборка насоса.</p> <p>Пуск насоса при открытой задвижке на нагнетательной стороне.</p> <p>Сильно затянуты или перекошены сальники.</p> <p>Большое сопротивление в трубопроводах (большая длина их, малый диаметр, много колен, не полностью открытые задвижки).</p> <p>Электродвигатель греется вследствие увеличения производительности</p>	<p>Разобрать насос и собрать заново.</p> <p>Проводить пуск насоса при закрытой задвижке на нагнетательном трубопроводе.</p> <p>Отпустить гайки, устранить перекос.</p> <p>Устранить крутые повороты трубопроводов, открыть больше задвижки, заменить всасывающий трубопровод трубами большего диаметра.</p> <p>Уменьшить производительность насоса, прикрыв вентиль</p>

	насоса.  Работа электродвигателя на двух фазах.	на нагнетательном трубопроводе; остановить электродвигатель и дать ему остыть. Немедленно остановить насос, выключив электродвигатель.
Шум в корпусе насоса.	Наличие воздуха.	Открыть кран на корпусе насоса и выпустить воздух.
Нагревание подшипников.	Перекося подшипников, неправильная сборка их, износ вкладышей.  Недостаточная смазка подшипников	Разобрать, проверить вкладыши, при необходимости заменить; устранить перекося. Проверить состояние смазочных колец и самой смазки, при необходимости заменить кольца или смазку.
Гидравлические удары.	Наличие воздуха в насосе или трубопроводе.	Удалить воздух из насоса и трубопровода и устранить возможность его подсоса.

При эксплуатации компрессоров основными неисправностями являются появление стуков и повышенный нагрев трущихся деталей.

К причинам появления стуков можно отнести следующие:

- ✓ поломка деталей (клапанов, поршневых колец) или ослабление сопряжений отдельных узлов компрессора (соединений в коренном подшипнике, подшипнике крейцкопфного пальца, поршневой гайки, нажимного стакана в клапанах);
- ✓ увеличение зазоров между трущимися частями вследствие их износа;
- ✓ недостаточное линейное мертвое пространство, в результате чего поршень ударяет в крышки цилиндра или нагнетательный клапан;
- ✓ влажный ход компрессора вследствие попадания в цилиндр компрессора жидкого хладагента в количестве, превышающем мертвый объем;
- ✓ попадание в цилиндр компрессора поломанных деталей или воды и масла в повышенном количестве;
- ✓ обрыв шатуна, пальца, крепежных деталей подшипников, поломка коленчатого вала.

К основным причинам повышенного нагрева трущихся поверхностей можно отнести следующие:

- ✓ недостаточная смазка трущихся поверхностей вследствие неисправности масляного насоса, нарушения герметичности системы смазки, засорения фильтров, пониженного уровня масла в картере или неправильной настройки регулятора давления масла;
- ✓ неправильная сборка сопрягаемых деталей, в результате которой образовались недостаточные зазоры;
- ✓ применение масла сильно загрязненного или с несоответствующей вязкостью;
- ✓ повышенный нагрев сальника компрессора, вызванный перекосом в паре сальник — шток, недостаточным поступлением масла из лубрикатора в фонарь и др.

Повышенный нагрев трущихся деталей цилиндров сальникового уплотнения картера и подшипников может произойти из-за поломки клапанных пластин и пружин, неплотного прилегания пластин к седлу, недостаточного подъема пластин клапанов, большого зазора между поршнем и стенкой цилиндра, неправильной установки поршневых колец.

#### **4.2. ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ.**

Задача технического обслуживания компрессора или компрессорного агрегата - обеспечение наиболее экономичного и безопасного режима их работы путем постоянного наблюдения за ними, за показаниями контрольно-измерительных приборов и выполнения операций по уходу, предусмотренных инструкциями.

Эксплуатация компрессорного оборудования с отклонениями от расчетного режима без согласования с заводом - изготовителем не допускается. Контроль за работой оборудования осуществляют по регистрирующим контрольно - измерительным приборам на пульте управления. Параметры работы регулярно записывают в суточный журнал.

Опытные машинисты, осмотрев работающие агрегаты и записи в сменном журнале, по внешним признакам (звук, запах, нагрев) устанавливают отклонения в работе компрессора. Проверку нагрева и прослушивание работающего компрессора производят не реже одного раза в час.

На всасывание компрессоров подают только перегретый пар, причем степень сжатия в каждой ступени не должна быть выше расчетной. Температуры не должны превышать установленные заводом - изготовителем и в общем случае не должны быть выше на нагнетании при работе на аммиаке и R22 130<sup>0</sup> С, масла 50<sup>0</sup> С, стенки картера 60<sup>0</sup> С, воды на выходе 45<sup>0</sup> С.

Нагрев трущихся частей выше 60—65<sup>0</sup>С ведет к повышенному износу деталей, расплавлению подшипников, задирам рабочих поверхностей, а также потере смазывающих свойств масла. Чрезмерное повышение температуры трущихся частей вызывается прежде всего применением слишком вязкого или загрязненного масла, засорением фильтра, масляных каналов и неисправностью маслонасоса. Повышенный нагрев может быть также следствием неправильной регулировки зазоров в узлах трения, грубой обработки или неправильной сборки деталей этих

узлов. Если причину нагрева нельзя выяснить во время работы компрессора, то его следует остановить.

Особое внимание необходимо уделять сальникам компрессоров. При их сборке необходимо обеспечивать плотную подгонку колец поверхности штока, прилегание колец друг к другу и к донышкам обойм, упругость пружин, правильное положение грундбука и упругих колец.

Нормальная работа поршневого компрессора сопровождается характерным ритмичным шумом, к которому обслуживающий персонал быстро привыкает. Это помогает распознавать ненормальные шумы и стуки. Определение места, где возник ненормальный стук,— задача сложная. Знание конструктивных особенностей машины и опыт работы помогают машинисту быстро определить причину возникновения стука. Чаще всего возникновение ненормальных стуков связано с расстройством сопряжений в механизме движения компрессора, а также с увеличением зазоров в кривошипном и крейцкопфном подшипниках шатуна. При износе вкладышей подшипников коленчатого вала слышится глухой стук.

Большой износ или разрушение роликов в подшипниках качения вертикальных компрессоров сопровождается сильным стуком. Стуки вызываются также износом параллелей крейцкопфа, ослаблением затяжки шатунных болтов, клиновых креплений ползуна, выработкой поршневого пальца и втулки вертикального компрессора.

Увеличение зазоров в трущихся частях, вызывающее повышенную утечку масла, неисправность маслососа и засорение масляных каналов также служат причиной возникновения ненормального шума. В цилиндрической группе появление стука объясняется ослаблением крепления поршня на штоке, износом зеркала цилиндра, поршневых колец, недостаточным линейным вредным пространством, попаданием в полость цилиндра кусков сломанных пластин, пружин, поршневых колец и других предметов.

Ненормальный стук в компрессоре может стать причиной тяжелой аварии, поэтому при его возникновении машину необходимо остановить, выяснить причину неисправности и устранить ее.

Если при ослаблении затяжки шатунных болтов и возникновении шума компрессоры не остановить, то это может вызвать разрыв шатунных болтов и даже разрушение всей машины.

Для определения неполадок в работе поршневых компрессоров служат индикаторные диаграммы, снимаемые специальными приборами — индикаторами. Наличие дефектов определяют, сравнивая отдельные линии индикаторной диаграммы с характером и расположением линий индикаторной диаграммы компрессора не имеющего дефектов. Индикаторные диаграммы хранят на холодильных установках в течение длительного времени, используя их для сравнения с вновь снятыми. По индикаторным диаграммам, которые дают графическое изображение процессов, происходящих в компрессоре, выявляют неплотности клапанов и поршневых колец и повышенное сопротивление протеканию паров в каналах и клапанах.

Наиболее часто встречающиеся неисправности горизонтальных поршневых компрессоров и способы устранения этих неисправностей приведены в табл. 4.3.



Таблица 4.3.

Основные неисправности в работе горизонтальных поршневых компрессоров и способы их устранения.

Признаки неисправности	Возможные причины	Способы устранения
Компрессор стучит	Ослабление в головке шатуна, в подшипнике крейцкопфного пальца ослабление вкладышей коренного подшипника, ослабление поршневой гайки	Компрессор остановить и проверить мотылевый подшипник, палец и подшипник крейцкопфа, слабины штока и затяжку коренных подшипников
Стук в цилиндре	Ослабление нажимного стакана в клапанах	Установить, какой клапан стучит, остановить компрессор и устранить стук
	Ослабление пальца или шайбы в отжимном приспособлении	Осмотреть прокладку под клапаном, в случае необходимости заменить ее, затянуть нажимной винт. Вынуть отжимное приспособление, затянуть гайки и установить на место
	Слишком велика подача масла Мало вредное пространство	Отрегулировать подачу масла Проверить линейное вредное пространство
Нагревание подшипников и параллелей	Низкое давление смазки	Увеличить давление смазки до 1,5 ат Остановить машину, если давление смазки не повышается
	Неисправность масляных насосов	Проверить чистоту маслопроводов и смазки, подает ли насос вручную Проверить: плотно ли привернуты крышки насоса, исправен ли провод масляного насоса и его уплотнение
	Плохая пригонка подшипников	Если масляная система исправна, осмотреть подшипники
Увеличение давления всасывания при нормальном	Пропускает нагнетательный клапан	Остановить компрессор и осмотреть клапаны. В случае необходимости заменить клапан

давлении нагнетания. Увеличение температуры конденсации		
Нагревание всасывающего клапана	Пропускает всасывающий клапан	Остановить машину и осмотреть клапаны. Заменить детали с дефектами новыми
Увеличение давления нагнетания при нормальном давлении всасывания	Не полностью открыт нагнетательный вентиль	Открыть полностью нагнетательный вентиль
	Наличие воздуха в системе	Спустить воздух из системы
	Повышение температуры или сокращение расхода воды	Увеличить количество охлаждающей воды
	Загрязнение конденсаторов	Очистить трубки конденсаторов от накипи и грязи
Резкое понижение температуры нагнетания	Попадание жидкого аммиака из испарителя	Прикрыть арматуру на всасывании
		Уменьшить подачу аммиака в испаритель
Влажный ход компрессора	Избыток хладагента в системе	Слить часть хладагента в дренажные ресиверы
	Велика подача хладагента в испарители	Отрегулировать подачу хладагента в испарители
Неправильное показание манометра	Манометр поврежден	Проверить манометр и отверстие манометровой трубки. Неисправный манометр заменить
Давление нагнетания понижается, температура повышается Понижается производительность	Если стенки всасывающей полости теплые, то нагнетательные клапаны неисправны.	Остановить компрессор. Освободить от аммиака и проверить клапаны, вынуть поршень, сменить поршневые кольца
	Если стенки нагнетательной полости холодные, то всасывающий клапан неисправен. Возможен износ поршневых колец	

Следует помнить, что неполадки могут вызываться не только неправильной работой компрессора, они возникают также вследствие ненормальной работы холодильной установки в целом (см. таб. 3.).

Для поддержания работоспособности холодильных компрессоров необходимо ежедневно обтирать их от пыли и грязи, содержать в чистоте пол компрессорной, а также не допускать попадания масла на фундамент, так как масло разрушает бетон. Температура воздуха в машинном зале не должна быть ниже 5° С.

### **4.3. ОБСЛУЖИВАНИЕ РОТАЦИОННЫХ И ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ.**

При обслуживании ротационных компрессоров следят за температурами всасывания и нагнетания, давлением и количеством подаваемой смазки. Из-за скопления масла в нижней части цилиндра и особенно при пуске возможно появление стуков. Для удаления масла парами аммиака открывают всасывающий вентиль и следят, чтобы жидкий аммиак не попал в полость цилиндра, так как асботекстолит становится хрупким и пластины могут разрушиться.

В остановленном компрессоре пластины могут разбухнуть из-за заполнения пор асботекстолита жидким аммиаком. Скорость разбухания прямо пропорциональна давлению и обратно пропорциональна температуре. Во избежание заклинивания пластин между торцами крышек или в пазах в компрессоре поддерживают давление, близкое атмосферному, и остановленный компрессор в течение суток на 1-2ч пускают в работу.

При обслуживании винтовых компрессоров следят за давлением и качеством масла, чистотой фильтрующих элементов, давлением и температурой паров хладагента на всасывании и нагнетании. Масло подается в полость сжатия компрессора в количестве, необходимом для отвода теплоты сжатия и уплотнения зазора между винтами и корпусом компрессора, поэтому температура нагнетания ниже, чем при адиабатическом сжатии, и не превышает  $105^{\circ}\text{C}$ . Вместе со сжатым паром масло попадает в маслоотделитель, откуда насосом через маслоохладитель и фильтр впрыскивается в полость сжатия и подается на уплотнение сальника. Во избежание увеличения вязкости температура масла не должна быть ниже  $25^{\circ}\text{C}$ . Поэтому перед пуском винтового компрессора включают маслонасос и нагреватель масла и начинают циркуляцию масла по кольцу маслоотделитель - маслоохладитель - маслоотделитель, пока масло не нагреется. После нагрева масла до  $30 - 35^{\circ}\text{C}$  срабатывает реле и снимает блокировку пуска компрессора, на пульте загорается лампочка. Затем открывают вентили подачи масла в компрессор и воды в маслоохладитель и пускают компрессор.

Холодопроизводительность регулируется автоматически. В зависимости от заданной температуры хладоносителя на выходе из испарителя дается команда на реверсивный двигатель золотника. При останове компрессора золотник автоматически открывается, что облегчает его последующий пуск.

### **4.4. СМАЗКА ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ. ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМЫ СМАЗКИ КОМПРЕССОРОВ.**

Наиболее сложным и ответственным механизмом в любой холодильной установке является компрессор, система смазки которого играет большую роль в обеспечении его надежности.

Основные задачи системы смазки следующие:

1. Уменьшение работы трения в сопрягаемых деталях и предотвращение их преждевременного износа.
2. Отвод теплоты, выделяющейся при трении.

3. Увеличение плотности затвора. В поршневых компрессорах: клапан — седло, поршень — кольцо — цилиндр (в крейцкопфных компрессорах дополнительно кольцо сальника — шток, а в бескрейцкопфных сальниковых — затвор в сальнике).

В ротационных компрессорах: пластины — ротор — цилиндр; в винтовых компрессорах: винты — цилиндр.

4. Отвод продуктов износа от сопрягаемых поверхностей трущихся деталей.

При принудительной системе смазки от шестеренного насоса с приводом от коленчатого вала сетку всасывающего фильтра располагают на высоте 10—15 мм от дна картера. Проходное сечение фильтра должно быть не меньше десятикратного сечения всасывающего патрубка насоса в свету, а скорость масла в трубопроводе — не более 1,0 м/с. Давление масла регулируется перепускным клапаном, сбрасывающим масло в картер, и превышает давление в картере на 0,05—0,25 МПа. Иногда систему смазки дополнительно оснащают магнитными фильтрами. В средних и крупных компрессорах устанавливают фильтры тонкой очистки масла. В картер хладоновых компрессоров встраивают электронагреватель для выпаривания хладона из масла, что предотвращает вспенивание масла и, следовательно, отказ маслонасоса при пуске компрессора.

Крупные крейцкопфные холодильные компрессоры имеют две системы принудительной смазки: механизм движения, ползуны и пальцы крейцкопфов — от шестеренного насоса; зеркало цилиндра и сальник — от многоплунжерного лубрикатора. Как правило, привод лубрикатора и насоса индивидуальный, и все фильтры и маслохолодильники смонтированы вместе с маслонасосами в одном блоке с блокировкой пуска компрессора до запуска маслосистемы.

### **Обслуживание системы смазки компрессоров.**

При обслуживании компрессоров следят за уровнем, температурой, качеством и своевременной заменой масла, состоянием фильтров очистки масла, нагревом трущихся деталей и контролируют машину на слух. Количество масла, необходимого для заправки холодильной установки, рассчитывают по вместимости масляных систем компрессора. В хладоновых установках учитывают также количество масла в испарительной системе в связи с неограниченной растворимостью масла и хладагента. В установках с кожухотрубными испарителями затопленного типа дополнительное количество масла должно составлять 10—15 % зарядки хладона, а в установках с незатопленными батареями непосредственного охлаждения — 2—3 % количества хладона.

Замену масла проводят в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя (обычно через 50, 100, 500 ч работы компрессора и далее после профилактических осмотров и ремонтов в зависимости от продолжительности работы и качества масла). Побудительными причинами замены масла являются ухудшение качества масла после проверки его на соответствие требованиям ГОСТа, попадание в систему смазки воды или рассола и ухудшение состояния компрессора. Всякий раз при замене масла фильтры и днище картера промывают керосином. Фильтр тонкой очистки при промывке разбирают.

От обслуживания системы смазки во многом зависят долговечность и надежность компрессора. Особенно высокие требования предъявляют к обслуживанию систем смазки быстроходных машин с тонкими биметаллическими вкладышами в подшипниках скольжения.

При работе компрессора следят за тем, чтобы уровень масла в картере в поршневых компрессорах находился в средней трети смотрового стекла, давление масла соответствовало требованиям инструкции на данную машину, температура масла в картере была не выше 50 °С (не превышала температуру окружающей среды более чем на 20 °С), нагрев сальника не превышал 60 °С, а всех прочих деталей трения — 70 °С, следят за герметичностью сальника (за исключением сальников штока крупных аммиачных машин, где допускается появление одиночных капель за несколько минут), расход масла (в г/ч) должен соответствовать инструкции по обслуживанию.

В ротационных и винтовых компрессорах унос масла в систему находится в прямой зависимости от изменения расхода хладагента при регулировании производительности агрегата и количества масла, подаваемого в цилиндры.

Причинами увеличения расхода масла могут быть повышение давления в системе смазки или уровня масла в картере, повышение температуры нагнетания, интенсивный износ и неплотность поршневой группы (устраняется при ремонте), вспенивание масла (в хладоновых машинах) при попадании в картер жидкого хладона.

Понижение давления масла, не регулируемое клапаном, может быть вызвано износом маслососа или чрезмерным увеличением зазоров в подшипнике. В этих случаях компрессор выводят в ремонт.

Нагрев пар трения может происходить в результате нарушения работы самой системы смазки (негерметичность системы, неправильная настройка регулятора давления масла, недостаточная производительность маслососа, засорение фильтров, некачественное масло и пр.), а также из-за недостаточной обкатки компрессора или плохой сборки сопряженных деталей.

## **ГЛАВА 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ**

### **5.5. ОБСЛУЖИВАНИЕ РАССОЛЬНЫХ СИСТЕМ.**

### **5.6. ОБСЛУЖИВАНИЕ ФИЛЬТРОВ, ГРЯЗЕУЛОВИТЕЛЕЙ, МАСЛООТДЕЛИТЕЛЕЙ И МАСЛОСБОРНИКОВ.**

### **5.7. ОБСЛУЖИВАНИЕ ГРАДИРЕН, БРЫЗГАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ, НАСОСОВ.**

### **5.8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ И КОНТРОЛЯ.**

## **5.1. ОБСЛУЖИВАНИЕ РАССОЛЬНЫХ СИСТЕМ.**

Эксплуатация рассольных систем заключается в равномерном распределении рассола по охлаждающим камерам и батареям, в контроле заполнения системы и уровня рассола в испарителе, в контроле за качеством и концентрацией рассола, в обеспечении заданного режима охлаждения объектов, своевременном оттаивании

охлаждающих батарей и воздухоохлаждателей (см. § 2.16.), выпуске воздуха из закрытых систем и в контроле герметичности рассольной системы.

По холодильным камерам рассол может распределяться автоматически — соленоидными вентилями на нагнетательных трубопроводах от термопреобразователей в камерах; в небольших холодильных установках рассол распределяют по охлаждающим батареям или воздухоохлаждателям вручную задвижками. Контроль за равномерностью распределения рассола проводят по температуре воздуха в камере или температуре других охлаждаемых объектов (например, полупродукта в производстве искусственного волокна или хлора при его сжижении). Для улучшения теплообмена, а также для предотвращения ускоренного процесса коррозии следят за уровнем рассола в испарителях, своевременным выпуском воздуха из закрытых систем циркуляции рассола.

Концентрация рассола должна быть такой, чтобы обеспечивалась свободная циркуляция рассола, т. е. исключалось образование наледей и ледяных пробок и предотвращалось выпадение солей. Концентрацию раствора солей определяют по специальным таблицам в зависимости от измеренных ареометром плотности и температуры рассола. Использование рассола большой концентрации приводит к увеличению расхода электроэнергии насосом (вследствие увеличения плотности и вязкости перекачиваемого рассола) и компрессором (из-за ухудшения теплообмена в испарителе и необходимости поддерживать более низкую температуру кипения). Концентрацию соли в рассоле подбирают таким образом, чтобы температура начала замерзания рассола была на  $8^{\circ}\text{C}$  ниже температуры кипения хладагента в испарителях закрытого типа и на  $5^{\circ}\text{C}$  ниже в испарителях открытого типа. Во избежание засорения приборов автоматического регулирования и ухудшения теплообмена периодически, а также в период приготовления раствора проводят его осветление и фильтрацию. Для контроля за плотностью испарителей рассол раз в месяц проверяют на присутствие аммиака.

## **5.2. ОБСЛУЖИВАНИЕ ФИЛЬТРОВ, ГРЯЗЕУЛОВИТЕЛЕЙ, МАСЛООТДЕЛИТЕЛЕЙ И МАСЛОСБОРНИКОВ.**

Обслуживание сводится к выполнению операций в зависимости от функциональной принадлежности оборудования: переключение и очистка фильтров, очистка грязеуловителей, регенерация сорбента в осушителях после его предельного влагонасыщения и отключения от системы, выпуск неконденсирующихся газов, возврат в систему собранного в маслоотделителях масла и т. д. Масло, скопившееся в нижней части аппаратов или в отстойнике аммиачных холодильных установок, периодически выпускают в маслосборник. Предварительно в маслосборнике понижают давление, подключив его к испарительной системе. Затем, отключив маслосборник от испарительной системы, открывают вентиль для выпуска масла из аппарата в маслосборник. О наполнении маслосборника судят по повышению в нем давления. После слива масла маслосборник отключают от аппарата и для удаления из него аммиака вновь подключают к испарительной системе и включают подогрев масла. Через полчаса маслосборник отключают от системы и масло через шланг

выпускают в бак сбора масла. Все операции по выпуску масла проводят в противогазе и резиновых перчатках при включенной вытяжной вентиляции.

### **5.3. ОБСЛУЖИВАНИЕ ГРАДИРЕН, БРЫЗГАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ, НАСОСОВ.**

Обслуживание градирен и других водоохлаждающих устройств заключается в равномерном распределении воды по форсункам или лоткам, поддержании температуры воды после охлаждения на минимальном уровне, надзоре за наличием и поступлением масла ко всем точкам насосов и вентиляторов, надзоре за их работой.

Наиболее распространенным видом оборудования холодильных установок являются центробежные насосы, используемые для циркуляции хладоносителя, подачи охлаждаемой воды, откачки воды из дренажных колодцев, подачи масла и других целей, а также вентиляторы воздухоохладителей и систем вентиляции. При подготовке центробежных насосов к пуску проверяют смазку в подшипниках, заземление. При пуске рассольных насосов открывают вентиль на крышке насоса для спуска воздуха. Насос пускают при открытой всасывающей и закрытой нагнетательной задвижках. После достижения номинальных частоты вращения вала насоса и давления по манометру постепенно открывают задвижку на нагнетательном трубопроводе до получения требуемой производительности, определяемой по расходомеру. Во избежание перегрузки электродвигателей при пуске насосов наблюдают за показаниями амперметра и манометра.

При отключении насоса закрывают задвижку на нагнетательном трубопроводе, насос переводят на холостой ход, выключают электродвигатель, закрывают всасывающую задвижку, а также краны на трубопроводах, подводящих охлаждающую воду или рассол.

При эксплуатации центробежных насосов следят за температурой подшипников (чтобы не превышала 60 - 70<sup>0</sup> С), за свободным вращением колец вместе с валом при кольцевой смазке подшипников, за уровнем масла по маслоуказателю при жидкостной смазке, проверяют набивку и затяжку сальника.

Сальниковые насосы в последние годы все более вытесняются насосами с торцевыми уплотнениями и бессальниковыми герметичными насосами типа ХГ.

Герметичные насосы типа ХГ устанавливают в непосредственной близости от циркуляционного ресивера. Для устойчивой работы насоса жидкость из циркуляционного ресивера отбирают через вертикальный стояк диаметром 250 мм. При температуре до - 40<sup>0</sup> С подпор на всасывании должен быть 1,5 м, при - 40<sup>0</sup> С от 2,5 до 3,5 м столба жидкости. На всасывании устанавливают фильтр, из корпуса которого перед пуском удаляют масло.

### **5.4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ И КОНТРОЛЯ.**

Надежность и экономичность холодильной установки зависят во многом от правильной настройки и надежности работы приборов контроля и автоматики. Холодильные установки имеют высокую степень автоматизации, а малые холодильные машины работают в автоматическом режиме.

С точки зрения обслуживания приборы контроля и автоматики можно разделить на две группы. К первой группе можно отнести *непрерывно работающие приборы*: регулирующие, сигнализаторы, измерительные и регистрирующие приборы, исполнительные механизмы. Вторую группу составляют *приборы, срабатывающие в аварийных ситуациях*: приборы предупредительной и аварийной сигнализации, приборы и блокировки аварийной защиты. За работой приборов первой группы следят в процессе эксплуатации и проводят поверку, регулировку, настройку и ремонт в зависимости от их состояния или по специальному графику, составляемому в соответствии с ведомственными рекомендациями по профилактическому обслуживанию и ремонту КИП и А. Об исправности приборов второй группы при нормальной работе холодильных установок судить трудно, так как они срабатывают только в аварийных ситуациях. Поэтому приборы второй группы ремонтируют только в планово-предупредительном порядке. Проверку осуществляют на действующем оборудовании. Для реле приборов уровня жидкостных аппаратов ежедневно в дневную смену проверяют работу сигнализаторов, еженедельно — срабатывание, а для реле контроля смазки, давления нагнетания и всасывания, температуры нагнетания, протока воды срабатывание проверяют один-два раза в месяц.

При обслуживании *приборов измерения давления* сменный персонал следит, чтобы все манометры на каждом рабочем месте были в рабочем состоянии, не истек срок поверки, на шкале была проставлена красная черта (на предельных параметрах), класс точности был не менее 2,5, диаметр шкалы был достаточным для наблюдения (не менее 300 мм при расположении выше 8 м), шкала была подобрана таким образом, чтобы рабочая зона находилась в средней трети.

При обслуживании *приборов регулирования давления* периодичность определяется конкретными условиями в зависимости от функционального назначения. В автоматизированных холодильных установках используются одно- и двухблочные реле давления (РД) различных типов. Реле давления и регуляторы выполняют различные функции: регулирования, защиты и сигнализации. При регулировании производят настройку, обеспечивающую заданный технологический режим. При работе реле в составе защиты требуется повышенная надежность, так как настройка производится на предельные параметры.

Основные неисправности: обгорание контактов, ослабление соединений в системе рычагов, засорение отверстий в штуцерах, выход из строя микропереключателя, сильфона и нарушение регулировки реле. Контроль за давлением выключения реле низкого давления ведут по мановакуумметру, подключенному к линии всасывания, закрывая вентиль на линии от всасывающего коллектора к компрессору. Точность срабатывания реле высокого давления контролируют, прекращая подачу воды по манометру, подключенному к линии нагнетания. При осмотре и проверке контактных групп обращают внимание на то, чтобы замыкание контактов было мгновенным и чтобы вспомогательные контакты замыкались раньше основных. Регулирование последовательности замыкания контактов в реле давления проводят регулировочным винтом основного контакта. Отверстия в штуцерах реле можно прочищать только проволокой из мягкого металла. При негерметичности сильфонов датчики реле заменяют. После проверки



крышки реле должны быть закрыты, винты настройки законтрены шайбами. Проверку срабатывания реле давления на точность производят ежемесячно.

*РЕЛЕ.контроля смазки* проверяют ежемесячно на точность срабатывания, на отсутствие ложных срабатываний, заданную разность давлений при размыкании контактов, вибрацию корпуса и соединительных трубок. При проверке открывают байпас масляного насоса, а разность давлений в момент размыкания контактов и остановка компрессора определяют по показаниям манометров на линии подачи масла и на линии всасывания компрессора.

В *реле протока воды* проверяют дважды в месяц чистоту от отложений накипи, плотность закрытия соленоидного вентиля, при остановках, стабильность расхода воды, четкость срабатывания, надежность креплений, отсутствие вибрации. Регулировку и настройку проводят на уменьшение потока воды до 20 % номинального.

В *приборах, измерения и регулирования температуры* следят, чтобы все термометры были защищены ввернутыми в гильзы щитками, а гильзы были заполнены для улучшения контакта незамерзающей жидкостью. Шкала термометра должна выступать из гильзы, чтобы показания можно было видеть в прорези щитка. Ртутные контактные термометры должны включаться в цепь исполнительного механизма через промежуточное реле с силой тока, которая бы не вызывала электрической дуги во избежание отложения ртутной амальгамы на стенках капилляра и подвижном контакте. Логометры, электронные мосты, приборы манометрического типа, машины автоматического управления и регулирования температуры проверяют и ремонтируют один раз в год.

В *приборах контроля и регулирования уровня жидкости* раз в 2 месяца продувают поплавковые камеры для удаления масла и загрязнений, проверяют состояние контактов, исполнительного реле, исправность цепей сигнализации, устраняют искрение. Проверку проводят на стенде. При проверке на месте закрывают вентили на линии между сосудом и поплавковой камерой и на линии подачи жидкого хладагента в сосуд и открывают вентиль подачи жидкого хладагента непосредственно в поплавковую камеру. Сигнальные лампы и контакты должны срабатывать в определенной последовательности. Проверку поплавковых регуляторов уровня проводят одновременно с проверкой реле. Проверяют действие поплавка, настройку рычажной системы, заменяют при необходимости уплотнения или мембраны.

*Терморегулирующие вентили (ТРВ)* регулярно осматривают, проверяя целостность капиллярной трубки и правильность закрепления термочувствительного баллона. Первоначально ТРВ настраивают на обеспечение заданного перегрева из положения полного закрытия, работая вручную. При устойчивом режиме постепенно открывают ТРВ, добиваясь заданного перегрева. Следят за наличием масла в гильзе термобаллона, чистотой фильтра и арматуры. Обмерзание до места включения ТРВ свидетельствует о засорении.

*Соленоидные вентили* дважды в месяц проверяют на четкость срабатывания вентиля. Раз в квартал проверяют сопротивление катушки.

## **ГЛАВА 6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН И ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.**

### **6.3. ПУСК И РЕГУЛИРОВАНИЕ.**

### **6.4. ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.**

#### **6.1. ПУСК И РЕГУЛИРОВАНИЕ.**

После установки или монтажа автоматических холодильных машин, различного автоматизированного холодильного торгового оборудования и стационарных холодильных камер их пуск и регулирование осуществляет только механик, имеющий удостоверение на право производства такого вида работ.

После монтажа до пуска механик проверяет правильность выполнения монтажных работ и соответствия размещения оборудования проекту. Проверяет правильность монтажа электрической схемы, заземления (зануления) холодильного агрегата, корпуса электродвигателя и соленоидного вентиля. Последовательное соединение объектов заземления не допускается. Проверяют также плотность контактных соединений. До начала пусковых работ все клеммные колодки и электроприборы должны быть закрыты крышками.

Непосредственно перед пуском холодильной машины механик открывает запорные вентили на компрессоре и ресивере, проверяет от руки свободу вращения крыльчатки вентиляторов диффузора. В сальниковых компрессорах проверяет натяжение клиновых ремней и вручную проворачивает на 2—3 оборота коленчатый вал. Нажатием на кнопку автоматического выключателя механик запускает на 2—3 с компрессор и проверяет правильность направления вращения вала компрессора. В случае несовпадения направления вращения крыльчатки со стрелкой на конденсаторе изменяют положение любых двух фаз электропитания и повторяют проверку.

Затем включают холодильную машину в работу и приступают к настройке автоматики — реле низкого давления, реле температуры. При настройке реле температуры по термометру, установленному в камере охлаждения, необходимо иметь в виду, что показания термометра остаются верными только в первые секунды открытия двери камеры, и то, что температурный режим следует регулировать на момент включения и выключения компрессора.

Настройку реле низкого давления на заданный режим проводят с помощью манометра, подключаемого к всасывающему вентилю, и термометра в охлаждаемой камере. Предварительно реле низкого давления настраивают по рекомендуемым значениям давления включения и выключения компрессора в зависимости от рода охлаждаемого торгового оборудования, т. е. от рекомендуемой температуры охлаждения. Окончательную настройку реле низкого давления проводят после регулирования терморегулирующего вентиля по показаниям термометра с учетом соответствия фактического коэффициента рабочего времени и длительности рабочего периода рекомендациям завода-изготовителя.

Настройку заданной температуры охлаждения проводят при номинальном заполнении испарителя хладагентом, что достигается настройкой терморегулирующего вентиля (ТРВ), которую осуществляют таким образом, чтобы температура паров на выходе из испарителя была на 3—5 °С выше температуры кипения. С учетом подогрева во всасывающем трубопроводе температура паров на входе в компрессор на 10 °С выше температуры кипения, а в агрегатах с теплообменниками на 20—30 °С выше. Таким образом, настройку терморегулирующего вентиля в малых холодильных машинах проводят по внешним признакам заполнения испарителя: равномерности покрытия инеем всего испарителя и участка всасывающего трубопровода около него, а для низкотемпературных машин — по покрытию инеем всего всасывающего трубопровода, но без обмерзания компрессора. Если разность температуры паров на выходе из испарителя и температуры кипения превышает 5 °С, заполнение его холодильным агентом недостаточное, что приводит к недоиспользованию поверхности испарителя и понижению давления. В случае затруднений при измерении температуры пара хладагента на выходе из испарителя или на входе в компрессор о нормальном заполнении испарителя можно судить по степени обмерзания всасывающего трубопровода или по постоянству рабочего давления в испарителе в течение 5—10 мин. При хорошей настройке ТРВ всасывающий трубопровод низкотемпературного прилава должен обмерзать от испарителя до всасывающего вентиля компрессора. Водорегулирующий вентиль настраивают с помощью манометра, подключаемого к нагнетательному вентилю, на оптимальное давление конденсации. При выключении компрессора водорегулирующий вентиль должен обеспечить через некоторое время прекращение подачи воды.

Пусконаладочные работы считаются оконченными при достижении устойчивого нормального режима в течение отрезка времени, определенного для данного вида оборудования инструкцией.

## **6.2. ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.**

Профилактическое техническое обслуживание малых холодильных машин проводят по графику ежемесячно, а для агрегатов холодопроизводительностью до 3,5 кВт — не реже 1 раза в квартал. Обслуживание начинают с общего осмотра холодильной машины. Механик знакомится с замечаниями по работе оборудования со стороны обслуживающего персонала предприятия-владельца и проверяет состояние дверных запоров и уплотнений охлаждаемых камер и оборудования, соответствие рабочей температуры в охлаждаемых объектах заданному режиму работы агрегатов, правильность загрузки камер продуктами, состояние поверхности испарителей (снеговая шуба) и воздушного конденсатора, убеждается в отсутствии потеков масла, в герметичности системы, проверяет уровень масла в системе и соответствие режима работы установки паспортным данным на холодильную машину. Режим холодильной машины проверяют по коэффициенту рабочего времени и по давлению на всасывании и нагнетании, для чего присоединяют к тройникам вентиля на

всасывании и нагнетании мановакуумметр и манометр. В агрегатах с водяным охлаждением конденсатора дополнительно проверяют расход и температуру воды.

Кроме устранения отмеченных недостатков при проверке работы холодильной машины и по замечаниям персонала механик проводит работы по профилактическому обслуживанию и ремонту машины. Периодичность и объем работ определяются инструкциями заводов-изготовителей, ведомственными нормативами, техническими условиями на ремонт, а также договором на обслуживание. Все работы по обслуживанию сводятся к следующим основным работам: периодической смазке подшипников электродвигателей, зачистке контактов электроприборов, проверке исправности заземления или зануления, предохранительных устройств, ограждений, чистоты конденсаторов.

В рассольных холодильных установках холодопроизводительностью более 10 кВт в объем по обслуживанию также входит проверка утечек через фланцевые соединения, величины и равномерности снеговой шубы на рассольных батареях, плотности и чистоты рассола, исправности насоса, мешалки, работы соленоидных вентилялей.

В объем профилактических работ обязательно входят наладочные работы по оптимизации режима холодильного агрегата. Исходными данными для механика служат: температура охлаждения в охлаждаемых камерах и полостях шкафов, прилавков и пр., температура воздуха или воды, охлаждающих конденсатор, давление нагнетания и всасывания.

Все работы, мероприятия и рекомендации, которые должны быть выполнены в процессе эксплуатации, записывают в журнал, хранящийся у ответственного за эксплуатацию оборудования лица, которое должно проверить выполнение работ, предписываемых договором, ознакомиться с рекомендациями и расписаться в журнале или акте.

## **ГЛАВА 7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.**

***7.5. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ АММИАКОМ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.***

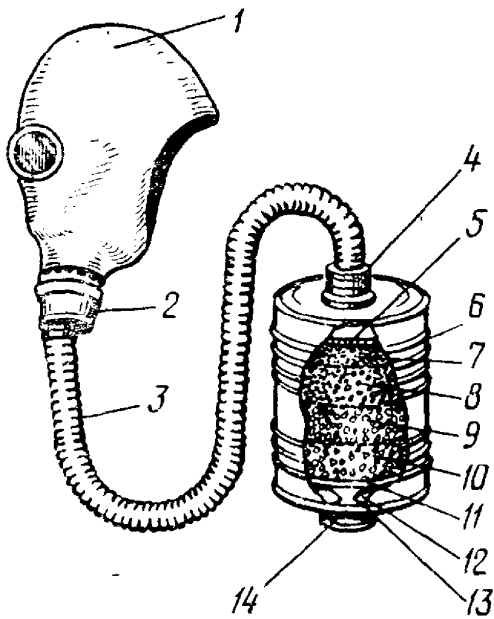
***7.6. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОТРАВЛЕНИИ АММИАКОМ.***

***7.7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ.***

***7.8. ДЕЙСТВИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА В АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ.***

### **7.1. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ АММИАКОМ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.**

К средствам индивидуальной защиты от паров аммиака относятся фильтрующие противогазы КД (рис. 7.1.) с фильтрующей коробкой серого цвета, газонепроницаемые универсальные спасательные гидрокостюмы (типа УСГК или Л-1), резиновые перчатки и сапоги, защитные очки, изолирующие дыхательные аппараты сжатого воздуха АСВ.



**Рис. 7.1. Промышленный фильтрующий противогаз:**

1 — шлем-маска; 2 — клапанная коробка; 3 — гофрированная трубка; 4 и 14 — навинтные горловины; 5 и 12 — жестяные решетки; 6 — фильтрующая коробка; 7 и 9 — осушитель; 8 — гонкалит; 10 — активированный уголь; 11 — ватный фильтр; 13 — спиральная пружина

Противогазы, резиновые перчатки, рукавицы и аптечку хранят в специальном остекленном шкафу у выхода из машинного отделения, запасные противогазы КД — снаружи машинного отделения рядом с входной дверью. Количество противогазов и резиновых перчаток в каждом из шкафов должно соответствовать числу рабочих машинного отделения, а количество аппаратов АСВ должно быть не менее двух. В шкафу с запасными противогазами должны быть также фильтры в количестве, соответствующем числу рабочих машинного отделения, занятых в одну смену.

Противогазы и резиновые перчатки дежурных машинистов размещают в непосредственной близости от рабочего места.

Противогазы КД и аппараты АСВ должны быть также в шкафу, расположенном в коридоре (вестибюле) холодильника, прилегающем к камерам, оборудованным воздухоохладителями и батареями непосредственного охлаждения. Количество этих противогазов должно соответствовать числу людей, одновременно работающих в указанных камерах, а количество аппаратов АСВ должно быть не менее двух.

При холодильной установке должны быть предусмотрены не менее двух универсальных спасательных гидрокостюмов (типа УСГК или Л-1), предназначенных для проведения аварийных работ в загазованном помещении.

Аммиачные противогазы предназначены для защиты глаз и дыхательных органов от поражения аммиаком, находящимся в воздухе в газообразном состоянии. При концентрации паров аммиака в воздухе  $2,3 \pm 0,1$  мг/л срок действия такого противогаза составляет 240 мин. Противогаз КД также хорошо защищает от воздействия сероводорода; коробка такого противогаза окрашена в зеленый цвет. При концентрации паров аммиака в воздухе  $0,6 \pm 0,3$  мг/л таким противогазом можно пользоваться 200 мин.

Исправность нового противогаза проверяют встряхиванием коробки. Если при встряхивании появляется шум, вызываемый пересыпанием шихты, пользоваться таким противогазом не разрешается. При неисправности или непригодности противогаза, бывшего в употреблении, под маской ощущается запах аммиака.

Противогазы хранят в сухом и нежарком помещении, предохраняя их от резких ударов. На все противогазы индивидуального пользования заводят карточки учета, в которые заносят следующие данные: дата выдачи, дата осмотра и очередной проверки, кому выдан, место хранения.

Противогазы проверяют на герметичность в соответствии с заводской инструкцией. Наиболее надежный способ проверки герметичности противогаза — в камере окуривания. Прекращение защитного действия газовой коробки проявляется в том, что под маской появляется легкий запах газа, при обнаружении которого следует, по возможности задержав дыхание, немедленно выйти из отравленной зоны и заменить коробку.

Шлем-маску выбирают по сумме длин участков круговой линии, проходящей по краю подбородка, щекам и через высшую точку головы, и линии, соединяющей ушные раковины и проходящей над бровями.

Сумма двух измерений, мм	Номер шлем-маски
До 94	1
От 95 до 98	2
От 99 до 104	3
Свыше 104	4

Для определения правильности подбора маски, сборки, а также для проверки исправности (герметичности) противогаза в целом надевают маску, закрывают отверстие в дне коробки резиновой пробкой или зажимают его рукой и делают 3—4 глубоких вдоха. Если дыхание при этом невозможно, то противогаз в целом считают исправным (герметичным). Если воздух при вдохе проходит, то противогаз неисправен и пользоваться им нельзя.

Исправность противогаза проверяют следующим образом. Для проверки маски правой рукой перегибают и плотно зажимают гофрированную трубку под клапанной коробкой и делают 3 — 4 глубоких вдоха. Если дышать невозможно, маска исправна и правильно подобрана. После устранения неисправностей (в случае их обнаружения) и подгонки маски проверяют выдыхательный клапан и повторно маску. В случае пропуска воздуха заменяют лицевую часть на исправную.

При проверке гофрированной трубки делают выдох, перегибают и правой рукой плотно зажимают ее внизу, у горловины противогазовой коробки и делают 3 — 4 вдоха. Если дышать невозможно, гофрированная трубка исправна. При проверке фильтрующей коробки закрывают пробкой или зажимают рукой отверстие в дне коробки и делают 3 — 4 вдоха. Если дышать невозможно, фильтрующая коробка исправна.

Исправность изолирующих дыхательных аппаратов сжатого воздуха (типа АСВ) должна проверяться в сроки, указанные в инструкции завода-изготовителя.

Регулярно должна проводиться тренировка рабочих в противогазах и изолирующих дыхательных аппаратах применительно к действиям в аварийных условиях. Программа тренировок должна быть утверждена главным инженером предприятия.

Рабочие и инженерно-технические работники должны быть обеспечены защитной спецодеждой, спецобувью и индивидуальными средствами защиты в соответствии с утвержденными типовыми отраслевыми нормативами.

Минимально необходимый набор медикаментов и средств для оказания доврачебной помощи в аптечке следующий: стерильные перевязочные материалы и кровеостанавливающие средства, мазь Вишневского или пенициллиновая мазь, двууглекислая сода, темные защитные очки, деревянные лопатки для наложения мази, нашатырный спирт и валериановые капли, 1—2 %-ный раствор лимонной кислоты, 3 %-ный раствор молочной кислоты, 2—4 %-ный раствор борной кислоты, 1 %-ный раствор новокаина, кодеин или дионин и спирт. Рекомендуется в специально отведенном месте иметь баллон с медицинским кислородом и оборудование к нему.

## **7.2. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОТРАВЛЕНИИ АММИАКОМ.**

Под отравлением подразумевается проникновение токсичных веществ через пищеварительный тракт или дыхательные пути в организм человека.

При отравлении парами аммиака пострадавшего выносят на свежий воздух или в чистое теплое помещение, освобождают от стесняющей дыхание одежды, сменяют загрязненную одежду и предоставляют ему полный покой. При наличии дыхания производят ингаляцию теплым паром 1—2 %-ного раствора лимонной кислоты (из чайника через бумажную трубку) или паром 1 %-ного раствора уксусной кислоты, дают крепкий сладкий чай или кофе. Для нейтрализации аммиака, попавшего в органы пищеварения, дают пострадавшему внутрь лимонад, 3 %-ный раствор молочной кислоты, молоко, молочные продукты, фруктовые соки, газированную воду. Во всех случаях отравления рекомендуется давать вдыхать кислород в течение 30—45 мин, согреть тело пострадавшего грелками.

В случае раздражения носоглотки полоскают ее 2 %-ным раствором соды или водой. При попадании аммиака в глаза обильно промывают их струей воды комнатной температуры, а затем пускают в глаза несколько капель 2—4 %-ного раствора борной кислоты и надевают темные очки — консервы.

При попадании на кожу жидкого аммиака, вызывающего ожог, смывают его водой, окунают пораженную конечность в теплую воду (35—40° С) на 5—10 мин, а в случае большего поражения принимают общую ванну, осушают кожу прикладыванием хорошо вбирающего воду полотенца (растирание недопустимо). После этого на пораженный участок кожи накладывают мазевую повязку или смазывают его мазью Вишневского или пенициллиновой мазью. При отсутствии мази используют сливочное (несоленое) или подсолнечное масло. В случае образования на коже пузырей ни в коем случае не вскрывать, а наложить на них мазевую повязку (мазь Вишневского). При сильном обмороживании пораженный участок закрывают асептической повязкой.

Следует помнить, что независимо от состояния пострадавший должен быть направлен к врачу. При необходимости следует применить искусственное дыхание.

Для оказания доврачебной помощи в машинном отделении должна быть аптечка со следующими лекарствами: 1—2 %-ным раствором лимонной кислоты;

3 %-ным раствором молочной кислоты; 2—4 %-ным раствором борной кислоты; 1 %-ным раствором новокаина; кодеином (или дионином), спиртом, содой, ватой, марлевыми салфетками, мазью Вишневского (или пенициллиновой мазью), йодом.

### **7.3. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ.**

В качестве защитных средств от поражения электрическим током применяют преимущественно изделия из диэлектриков (резина, бакелит, электрокартон, фарфор и др.). В ряде случаев допускается также применение в качестве защитного средства дерева, проваренного в льняном или другом высыхающем масле (но не в парафиновом).

В соответствии с правилами безопасности все защитные средства по степени надежности подразделяют на основные и дополнительные (табл. 7.1.). Основными являются те защитные средства, посредством которых допускается прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением и изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение электроустановок. Дополнительные защитные средства предназначены для усиления действия основных средств и применяются одновременно с ними.

Защитные средства выдают электротехническому персоналу, а также хранят в качестве инвентаря на распределительных холодильниках. Электроустановки обеспечиваются защитными средствами по установленным нормам.

Защитные средства должны храниться в условиях, гарантирующих их исправность, и с этой целью предохраняться от увлажнения, загрязнения, механических и химических повреждений. Защитные средства из бакелита, дерева, эбонита и пластических материалов должны храниться в закрытых помещениях, а запасные защитные средства из резины — в темном и сухом помещении при температуре от 5 до 25 °С и относительной влажности 50—70 % (в шкафу или на стеллаже). Токоизмерительные клещи, указатели напряжения и противогазы должны храниться в футлярах или чехлах; контроль за количеством и состоянием защитных средств, находящихся в эксплуатации, ведет начальник электроцеха (энергетик холодильника). Результаты проверки должны заноситься в Журнал учета и содержания защитных средств; в нем должны учитываться как инвентарь, так и средства, находящиеся в индивидуальном пользовании, с указанием даты выдачи и номера, нанесенного непосредственно на выданное защитное средство.

Нумерация защитных средств должна быть отдельной для каждого вида средств. При приемке и затем в процессе эксплуатации все защитные средства подлежат периодическим электрическим испытаниям на пробой и утечку тока по определенным нормам, а некоторые из них — и механическим испытаниям (штанги, пояса, когти, страховочные канаты), на разрыв, изгиб или сжатие также по установленным нормам.



## Защитные средства, применяемые в электроустановках напряжением, В

До 1000		Выше 1000	
основные	дополнительные	основные	дополнительные
Диэлектрические перчатки	Диэлектрические галоши	Оперативные и измерительные штанги	Диэлектрические перчатки
Инструмент с изолированными ручками	Диэлектрические резиновые коврики	Изолирующие и токоизмерительные клещи	Диэлектрические боты
Указатели напряжения	Изолирующие подставки	Указатели напряжения Изолирующие приспособления и устройства для ремонтных работ *	Диэлектрические резиновые коврики

\* Относят, например, изолирующие лестницы, площадки, тяги, звенья телескопических вышек.

Диэлектрические перчатки должны иметь такие размеры, чтобы их можно было надевать поверх шерстяных перчаток и прикрывать ими часть рукава одежды у кисти рук, т. е. они должны быть не короче 35 см. При общем пользовании диэлектрическими перчатками на рабочем месте должно быть не менее двух пар перчаток — наибольшего и среднего размеров. Перчатки необходимо регулярно проверять на отсутствие проколов. Для этого перчатку скатывают, сжимая в ней воздух. Пропуски воздуха свидетельствуют о наличии прокола.

Диэлектрические галоши и боты служат для изоляции человека от земли и защиты от шагового напряжения. От бытовых бот и галош они отличаются внешним видом, отличительными знаками и отсутствием лакировки. Запрещается использование диэлектрических бот и галош с отклеивающимися подошвами, проколами, разрывами и другими дефектами, снижающими защитные свойства, а также для бытовых нужд.

Диэлектрические коврики и дорожки должны иметь рифленую поверхность. Наименьшая ширина дорожки 0,75 м, наименьшие размеры коврика 0,5X0,5 м.

Изолирующие подставки изготовляют в виде деревянного настила на фарфоровых или стеклянных изоляторах; применение металла для соединений не допускается; наименьшие размеры подставок 0,75X0,75 м, расстояние между планками настила — не более 2,5 см. Такие подставки можно применять взамен галош, ковриков и бот.

Для проверки наличия или отсутствия напряжения в установках напряжением до 500 В применяют указатели напряжения (токоискатели), действие которых основано на свечении неоновой лампы, заключенной в пластмассовый корпус. Указатель работает при прохождении активного тока и снабжен двумя контактами для касания двух точек электрической цепи; при наличии между ними разности

потенциалов 55 В и выше лампа начинает светиться, что видно через вырез в трубке. Перед каждым пользованием указатель должен быть проверен путем прикосновения контактов к частям, заведомо находящимся под напряжением.

В установках напряжением выше 1000 В применяют указатель напряжения, действующий по принципу прохождения емкостного тока. Он состоит из держателя (в виде изолирующей штанги) и собственного указателя, в котором смонтированы неоновая лампа и два последовательно соединенных конденсатора. При приближении указателя к частям электрооборудования, находящимся под напряжением, лампа начинает светиться. При номинальном напряжении электроустановки до 10 кВ длина держателя (по изоляции) должна быть не менее 320 мм, а длина ручки захвата — не менее 110 мм.

Применяют также специальные указатели напряжения для фазировки трансформаторов, кабелей и воздушных линий напряжением до 10 кВ; они состоят из двух приборов: обычного указателя напряжения и трубки с добавочным сопротивлением величиной 2,5—7 МОм, соединенных проводом типа магнето.

В качестве указателя напряжения до 220 В служат контрольные лампы. Контрольную лампу заключают в футляр из изолирующего материала с прорезью для наблюдения за свечением лампы. Провода длиной не более 0,5 м должны иметь наконечники и выходить из футляра через отдельные отверстия, исключающие короткое замыкание.

Токоизмерительные клещи выпускают для электроустановок напряжением до 1000 В (при этом амперметр может быть выносным) и до 10 кВ. В последнем случае амперметр устанавливают на рабочей части клещей, а рукоятки их, являющиеся основным защитным средством, изготовленные из бакелитовых трубок, испытывают напряжением 40 кВ. Использование токоизмерительных клещей в наружных установках допускается только при напряжении электроустановки до 1000 В в сухую погоду.

Монтерский инструмент должен иметь изолирующие ручки не короче 10 см. При работах под напряжением его применяют, как правило, вместе с диэлектрическими перчатками и галошами.

Щиты для временного ограждения частей установки, находящихся под напряжением, выполняют из текстолита или сухого дерева и окрашивают масляной краской. Они должны быть устойчивы, прочны и свободно переноситься одним человеком. Щиты должны быть сплошными. Высота щита не менее 1,5 м, расстояние нижней кромки щита от пола не более 10 см.

Изолирующие накладки и прокладки из гетинакса применяют для изоляции работающей части электроустановки напряжением выше 1000 В от отключенной ее части при производстве ремонтных работ с частичным отключением. В сетях напряжением до 1000 В разрешается применять резиновые накладки.

Изолирующая штанга состоит из рабочей и изолирующей частей и ручки-захвата; при обслуживании электроустановок напряжением до 110 кВ длина изолирующей части должна быть не менее 1,4 м и длина ручки-захвата — не менее 0,6 м; масса штанги, поднимаемой одним человеком, не должна быть более 8 кг.

Все защитные средства учитывают и хранят в установленных местах в помещениях распределительных устройств. Резиновые защитные средства хранят при температуре от 5 до 20 °С и относительной влажности 50—70%.

К числу защитных средств относятся также защитные очки.

Очки закрытого типа применяются для защиты глаз при смене предохранителей под напряжением, пайке и сварке соединений, резке аварийно поврежденного кабеля, вскрытии и заливке массой кабельных муфт на отключенных линиях, заливке электролитом аккумуляторов, зачистке контактных колец и коллекторов электродвигателей. Типы применяемых очков разнообразны. В частности, эффективно применяются защитные очки № 1397 закрытого типа в чешуйчатой оправе с безосколочными стеклами «Триплекс». К защитным средствам, применяемым в электроустановках, относят и плакаты.

#### **7.4. ДЕЙСТВИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА В АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ.**

Аварии аммиачных холодильных установок могут привести к взрыву и разрушению оборудования и помещений, а при утечке аммиака вызвать тяжелые отравления людей. Обслуживающий персонал холодильной установки должен быть обучен правильным действиям по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций и проходить тренировки один раз в квартал согласно Программе тренировок обслуживающего персонала правильным действиям при возникновении опасных режимов работы и аварий аммиачных холодильных установок.

Причинами аварийных ситуаций могут быть неисправности компрессора, превышение установленных пределов уровня жидкого аммиака и давления в аппаратах, утечка аммиака из аппаратов и трубопроводов.

При внезапном появлении стука в цилиндре или других частях компрессора необходимо немедленно остановить его, записать в суточный журнал причину остановки, вызвать механика, установить причину неисправности.

В случае аварийной утечки аммиака вследствие нарушения герметизации аппарата, трубопровода или компрессора во избежание возможного взрыва выключают с помощью кнопок экстренного отключения, размещаемых у обоих выходов из машинного отделения, электропитание всех электродвигателей (одновременно должны включаться аварийная вентиляция и аварийное освещение); надевают противогаз марки КД; выводят людей, не успевших покинуть помещение компрессорного цеха, наружу; перекрывают запорные вентили для прекращения дальнейшего поступления аммиака в помещение; оказывают первую (доврачебную) помощь пострадавшим и при необходимости вызывают по телефону скорую помощь. На компрессорах перекрывают нагнетательные и всасывающие вентили, на аппаратах — вентили на трубопроводах, подводящих и отводящих аммиак. При этом в первую очередь перекрывают вентили со стороны высокого давления и жидкостные.

При утечке аммиака из охлаждающих приборов (батареи, воздухоохладители) надевают противогаз марки КД; эвакуируют людей из загазованного помещения в безопасную зону, отсоединяют поврежденный участок от системы, закрыв запорные вентили на трубопроводах подачи жидкости и удаления паров аммиака из этого

участка, оказывают пострадавшим первую помощь, при необходимости вызывают врача, проветривают загазованное помещение.

Входить в помещение, загазованное аммиаком, без противогаза не разрешается. При аварийной ситуации в помещении, содержащем пары аммиака, производить работы допускается только при участии в них не менее двух человек и наличии наряда-допуска. Вне загазованной зоны обязаны находиться наблюдающий с противогазом, а также лицо, ответственное за безопасную эксплуатацию холодильной установки.

В случае возникновения пожара в машинном или аппаратном отделениях выключают из работы индивидуально каждый компрессор, питание с подстанции и тушат очаги пожара в соответствии с инструкцией, определяющей поведение обслуживающего персонала на пожаротушении.

При превышении допустимого давления на стороне нагнетания останавливают компрессор и проверяют открытие вентилей на нагнетательном трубопроводе до конденсатора и на подаче жидкого аммиака через регулирующие вентили в аппараты (циркуляционные ресиверы, испарители, промежуточные сосуды), наличие воздуха в конденсаторе и ресивере (при необходимости удаляют его), поступление воды на конденсатор. Если повысилось давление сверх рабочего в аппаратах на стороне низкого давления, проверяют плотность закрытия вентилей на трубопроводах высокого давления, подсоединенных к аппарату. В случае повышения уровня жидкого аммиака в аппаратах на стороне низкого давления выше предельно допустимого закрывают вентиль на трубопроводе подачи жидкого аммиака и выясняют причину.

## Раздел II РЕМОНТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

### Глава 8. ИЗНОС ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМА ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА.

8.5. *ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ.*

8.6. *ИЗНОС ОБОРУДОВАНИЯ.*

8.7. *СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ, СПОСОБЫ И МЕТОДЫ РЕМОНТА.*

8.8. *ПОРЯДОК ПЕРЕДАЧИ ОБОРУДОВАНИЯ В РЕМОНТ.*

#### 8.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ.

В соответствии с ГОСТ 27.002-89 "Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения", под надежностью понимают свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки.

Состояние холодильной установки, при котором она может выполнять свои функции, сохраняя параметры, установленные требованиями технической документации (паспортом, регламентом и техническими требованиями), называется *работоспособностью*. Всякое отклонение от оптимального режима работы установки называют *неисправностью*. Неисправности устраняют в процессе работы или при профилактическом ремонте. При неисправности установка не соответствует хотя бы одному из требований технической документации. Неисправность, приводящая к потере работоспособности, называется *отказом*, приводящая к потере исправности — *повреждением*, или дефектом. Неисправность, устраняемую наладкой или регулировкой режима, называют *неполадкой*.

Холодильная установка может быть работоспособна, но неисправна. Например, могут наблюдаться утечки масла через сальники или снижение давления масла по сравнению с номинальным из-за увеличения зазоров в подшипниках, в то время как установка обеспечивает охлаждение объекта при заданной температуре.

*Ремонт* — это комплекс работ, необходимых для поддержания исправности и работоспособности холодильной установки, в которые входят замена или восстановление изношенных деталей, сборочных единиц и сборочных комплексов, регулировка и наладка оборудования с доведением его параметров до соответствия требованиям технической документации.

Различают плановый, неплановый и аварийный (вынужденный) ремонты. Плановый ремонт выполняют в плановом порядке с периодичностью, предусмотренной нормативно-технической документацией. *Неплановый ремонт* предусматривается нормативно-технической документацией, но осуществляется не в плановом порядке. *Аварийный ремонт* выполняют при отказе оборудования в межремонтный период. *Планово-предупредительный ремонт* проводят до появления неисправностей для предупреждения прогрессирующего износа деталей, что снижает вероятность выхода оборудования из строя.

Совокупность работ по поддержанию работоспособности оборудования между ремонтами называют *техническим обслуживанием*.

*Надежность* — способность холодильной установки сохранять рабочие параметры при выполнении функций в течение требуемого промежутка времени или наработки. Под *наработкой* подразумевают продолжительность работы оборудования в часах или выпуска определенного количества продукции, если это лучше характеризует его работу.

*Безотказность* — способность оборудования сохранять работоспособность в течение определенной наработки без вынужденных перерывов. Безотказность характеризуется *наработкой на отказ* (средняя продолжительность безотказной работы) и *интенсивностью отказов* (отношение числа отказов к количеству оставшихся исправными изделий в определенном интервале времени). Нормативная наработка на отказ для холодильных компрессоров составляет, тыс. ч: винтовых 3,5; аммиачных — 2,3 и 5,4 при холодопроизводительности выше и до 116 кВт; хладоновых — 10,3 при холодопроизводительности ниже 36 кВт.

Любое изделие (деталь или оборудование) характеризуется также *долговечностью* — способностью сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для обслуживания и ремонта. *Предельное состояние* определяется невозможностью или нецелесообразностью эксплуатации из-за снижения эффективности или, появления опасности.

Долговечность, один из основных показателей надежности, следует отличать от *ресурса* — наработки до состояния, указанного в технической документации. Различают полный ресурс — до конца эксплуатации, до капитального ремонта и т. п. Назначенный ресурс — наработка, при которой прекращают эксплуатацию изделия независимо от его состояния из соображений безопасности или экономической целесообразности. Например, подшипники целесообразно менять через определенное количество часов их работы. Показатели долговечности всегда будут выше показателей надежности.

*Ремонтопригодность* характеризует свойство изделия быть приспособленным к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей при проведении технического обслуживания и ремонта. Другими словами, ремонтпригодность — это возможность проведения технического обслуживания и ремонта с минимальными затратами времени и труда.

Календарная продолжительность эксплуатации до определенного момента называется *сроком службы*.

*Сохраняемость* — свойство оборудования сохранять эксплуатационные показатели в течение срока хранения и транспортировки, а также после них.

Различают техническую и эксплуатационную надежность. *Техническая надежность* характеризует только технические возможности оборудования, обусловленные конструкцией и качеством изготовления. По показателям технической надежности судят об уровне разработки и принимают решение о необходимости доводки или модернизации аппарата или машины.

*Эксплуатационная надежность* определяется реальными условиями использования оборудования с учетом всех факторов: качества проектирования и

изготовления, режима работы, квалификации обслуживающего персонала, качества обслуживания и ремонта, обеспеченности запчастями и т.п.

О надежности холодильной установки можно судить по наработке на отказ и по *коэффициенту технического использования*, представляющему собой отношение времени исправной работы к сумме времени работы, плановых и внеплановых ремонтов без учета организационных простоев. Сравнение фактической и проектной надежности по этим показателям позволяет сделать вывод о том, насколько отдельные факторы влияют на надежность и, следовательно, на производительность. При оценке надежности проводят анализ среднего времени простоя между ремонтами каждой единицы оборудования, удельного времени простоя в ремонте, частоты возникновения отказов, работоспособности и др.

Надежность всей машины определяется надежностью каждой детали. На стадии разработки проекта надежность обеспечивается равнопрочностью всех деталей, повышением ремонтпригодности, введением систем защиты; на стадии изготовления — точностью и чистотой обработки деталей, упрочнением поверхностей трения, противокоррозионными покрытиями, точностью сборки и наладки; на стадии эксплуатации — соблюдением режима работы, смазки и своевременным обслуживанием. С экономической точки зрения оптимальная степень надежности будет соответствовать минимальным суммарным затратам.

## 8.2. ИЗНОС ОБОРУДОВАНИЯ.

Надежность работы холодильного оборудования в первую очередь зависит от человеческого фактора — это высококвалифицированные, грамотные специалисты, осуществляющие эксплуатацию, ремонт оборудования и служба КИП, ведущая постоянный контроль за работой систем холодоснабжения.

Пути повышения надежности работы оборудования — это соблюдение проектных температурных режимов, поддержание оптимальных условий работы, своевременный технический уход, выражающийся в поддержании нормальной работоспособности оборудования.

При работе оборудования оно часто испытывает переменные нагрузки, изменения температурных условий — что приводит к снижению эксплуатационных качеств холодильных установок, т. е. Они снижаются. Иными словами возникают дефекты или *износы* оборудования.

Различают *износы нормальные* (или *естественные*) и *аварийные* (или *преждевременные*).

Нормальные износы возникают в результате действия сил трения высоких и низких температур и других причин в процессе длительной работы при нормальных условиях эксплуатации и соблюдения правил ухода.

К аварийным относятся износы, которые преждевременно выводят машину или ее узлы из строя.

Эти дефекты возникают в результате повреждений и поломок деталей и узлов вследствие конструктивных и производственных дефектов из-за нарушения правил технической эксплуатации. Все виды износов дефектов тщательно изучают,

составляют аварийный акт, в котором указывают причины, вызвавшие аварию и принимают меры для предупреждения аварий.

Различают *виды нормального износа*: механический, тепловой и коррозионный.

**Механический износ** — возникает в результате действия сил трения и вызывает изменение размеров детали и ухудшение трущейся поверхности. У компрессоров изнашиваются от трения сопряженные поверхности трущихся деталей.

Скорость изнашивания трущихся деталей зависит от свойств и качества материалов, чистоты обработки рабочих поверхностей, отклонений от заданной формы поверхности (овальность, конусность, перекосы), твердости поверхностей деталей, изменения нагрузки сопряженных деталей и от качества смазки (грязное масло, недостаточно, несоответствующее).

Длительный срок службы сопряжения обеспечивается надлежащей технической эксплуатацией сопряжения, что позволяет поддерживать интенсивность износа в нормальных пределах.

**Тепловой износ** — возникает от действия высоких температур. Металл выгорает и выкрашивается, на поверхности появляются трещины. При этом детали деформируются, меняют свои размеры и форму. У компрессоров тепловой износ деталей может появиться при неправильной эксплуатации (отсутствие смазки, загрязнения, перекосы и др.).

**Коррозионный износ** — происходит тогда, когда металлические детали подвержены химическому или электрохимическому воздействию окружающей среды, т.е. ел. Металл окисляется и разрушается. Металл конденсатора корродируется от воздуха, растворенного в охлаждающей его воде (кислород воздуха).

Металл испарителей от водных растворов минеральных солей —  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ .

Кроме этого разрушение металла оборудования может идти под действием переменных усилий (шатуны, шток поршня) — это называется **усталостью металла**.

Разрушение детали от усталости происходит без признаков остаточной деформации.

#### Методы определения износов

На условия работы узлов трения может оказывать влияние, как сам хладагент, так и продукты его взаимодействия со смазкой и различными загрязнениями системы.

Вязкость масло-фреоновых смесей в картерах компрессоров снижается с повышением температуры и увеличением количества R-22, содержащейся в смеси.

При влажном ходе компрессора в картер поступает смесь, содержащая фреон в жидкой фазе. Попадая в узлы трения с повышенной температурой, масло-фреоновая смесь вспенивается, разрывается масляной слой и узел остается без масла, что ведет к износу.

Аналогичные явления происходят при понижении  $p$  в картере во время пуска компрессора или быстрого снижения  $t_0$ .

В присутствии влаги фреоны разлагаются с образованием агрессивных сред, способствующих износу машин.



При разложении R-22 образуются  $\text{CO}_2$ , соляная и плавиковая кислота, а также Cl (хлор). Продукты разложения вступают в реакции с металлами, вызывая их сильное разрушение.

Своевременное выявление в холодильных компрессорах и аппаратах неисправностей и скрытых дефектов имеет важное значение для предотвращения аварий. Они выявляются при помощи следующих методов контроля: наружный осмотр, гидравлическое или воздушное испытания, обмеры, акустический метод, дефектоскопия, проверка на ощупь, рентгеновское просвечивание, магнитная и ультразвуковая дефектоскопия.

**Наружный осмотр** — этим осмотром обнаруживают в деталях трещины, изломы, изгибы, скручивание, неправильную сборку, загрязнения. Осмотр лупой. Все это необходимо, чтобы выяснить пригодность детали к дальнейшей работе и возможность восстановления работоспособности методом ремонта.

**Гидравлическое и воздушное испытание** — цилиндры компрессоров и цилиндрические втулки, аппараты, арматура и трубопроводы подвергают гидравлическим и воздушным испытаниям для выявления трещин, пористости, неплотности прилегания сопрягаемых поверхностей.

**Обмер** — при помощи микрометрических измерительных инструментов и сравнивают с нормами износа, установленными заводом — изготовителем и правилами эксплуатации холодильных установок. Детали заменяют новыми или ремонтируют.

**Акустический метод** — (проверка на слух). Работа исправной машины сопровождается характерным гулом. В неисправной машине появляется дополнительные усиленные шумы — называемые стуками.

**Проверка на ощупь** — дефекты компрессора можно выявить на ощупь или с помощью термометра. Нарушена центровка, неправильные зазоры, низкое качество баббита, нарушение нормальной смазки.

**Дефектоскопия** — керосиновая, масляная и содовая пробы. Детали погружают в данные жидкие вещества. Потом тщательно протирают, потом покрывают меловой обмазкой, тогда трещины проявляются темными полосками.

**Магнитные методы** — этим методом выявляют в стальных и чугунных деталях компрессоров трещины. Этим методом проверяют колен валы, шатуны, штоки и другие детали компрессоров. Детали намагничивают.

**Рентгеновский метод** — и гамма лучи при помощи просвечивания обнаруживают внутренние дефекты в деталях холодильных установок — трещины, раковины, рыхлость, шлаковые включения.

**Ультразвуковой метод** — для этого используют ультразвуковые дефектоскопы различных типов.

### 8.3. СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ, СПОСОБЫ И МЕТОДЫ РЕМОНТА.

Ремонты по восстановлению оборудования, подвергшегося аварийному износу называются внеплановыми. Это непредвиденная остановка оборудования, которая ведет к вредным для производства последствиям: порче продуктов в холодильнике, нарушению ритма производства, простоям рабочих цехов. На большинстве

предприятий применяется система — П.П.Р. При этом ремонте — все работы по уходу и ремонту увязывается в один комплекс мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту машин.

*Система ППР* — представляет собой совокупность предупредительных мероприятий обеспечивающих постоянную работоспособность машины в период ее эксплуатации.

*Система ППР* — позволяет заранее уточнить и согласовать с графиком производства предприятия время остановки машины в ремонт, определяет потребность в количестве запасных деталей и материалов.

*Система ППР* — обеспечивает возможность постоянной эксплуатации оборудования при максимальной производительности и высоком качестве выпускаемой продукции.

*В систему ППР входят:* технический уход, плановый осмотр и плановый ремонт.

**Технический уход** — предусматривает содержание в исправном состоянии машины во время ее работы и выполнение мелких ремонтных работ в период между сменами. В период рабочей смены уход регламентируется заводскими и другими инструкциями.

Технический уход является важным звеном в системе ППР, т. к. достигается бесперебойная работа машин — облегчается проведение последующих видов ремонта.

**Плановый осмотр** — выявляют и немедленно устраняют те неисправности, которые мешают нормальной эксплуатации оборудования до планового ремонта. Результаты осмотра заносят в ремонтный журнал.

**Плановый ремонт** — в него входят текущий, средний и капитальный ремонты.

**Текущий ремонт** — вид ремонта, при котором дефекты устраняют через определенные установленные сроки при кратковременной остановке машины. Периодичность ремонта машин устанавливают на основании опыта их эксплуатации. Сюда входят работы:

- проверка и наладка муфт сцепления
- зазоры в подшипниках
- пришабривание подшипников
- замена прокладок и набивок
- смена поршневых колец
- притирка клапанов
- очистка и переборка масляных фильтров
- наладка смазки
- проверка и наладка сальника
- замена мелких деталей.

**Средний ремонт** — через определенный промежуток времени машину останавливают на средний ремонт. Частичная разборка машины, замена или ремонт износившихся деталей, перезаливка подшипников, шлифовка шеек вала, замена втулок и вкладышей подшипников, замена подшипников качения и других деталей.

**Капитальный ремонт** — износ машины значительный. Необходима полная разборка машины и восстановление или замена отдельных деталей. После ремонта

машина по своим качествам полностью должна соответствовать вновь изготовленной. Допуски и посадки всех деталей должны быть выдержаны по заводским чертежам. Материалы деталей и их термообработка не должны отличаться от принятых заводом-изготовителем. Такие же требования и к сборке машины.

Продолжительность работы машины с начала ее эксплуатации до сдачи в капитальный ремонт называется ремонтным циклом.

Порядок расположения и чередования видов ремонта в ремонтном цикле называется *структурой ремонтного цикла* и обозначается К-Т-Т-С-Т-Т-К.

Чередование ремонтов по времени обычно изображают графически.

Интервалы между ремонтами даются в часах рабочего времени.

Компрессоры, как сложные машины за ремонтный цикл проходят не менее двух Т.Р — С.р и К.р.

Это относится к вертикальному быстроходному компрессору типа П110.

При проведении ремонта машины надо иметь рабочие чертежи на быстроизнашивающиеся детали — от заводов-изготовителей оборудования. Основным документом для выполнения любого вида ремонта является дефектная ведомость — которая составляется начальником или механиком компрессорного цеха и утверждается техническим руководителем.

При составлении дефектной ведомости на К.Р. Пользуются дефектной ведомостью на текущий ремонт с дополнениями, обнаруженными при ремонтах и осмотрах.

Ведомость уточняют при полной разборке оборудования во время ремонта.

Другой ремонтный документ — календарный план работ по ремонту оборудования, который согласовывается с планом производства и утверждается соответствующей вышестоящей инстанцией (организацией).

Затем оформляют финансирование ремонтных работ, составляют заявки для получения материалов, запасных частей, инструмента — такелажного оборудования и подготавливают рабочие места к проведению ремонта оборудования.

К началу ремонта необходимо иметь большую часть запасных деталей — это быстроизнашивающиеся детали, срок службы которых не превышает продолжительности межремонтного периода и те детали, которые расходуются на каждую машину в большом количестве (поршневые кольца, клапаны, вкладыши, подшипники).

Запасные детали хранят в готовом виде в кладовых (цеховых или складах предприятия). Все их нужно предохранять от коррозии, учитывать по журналу «приход» и «расход». «Восстановленные» детали после ремонта хранят наравне с новыми.

**Методы ремонта** — индивидуальный метод, узловой и поточный.

**Индивидуальный метод** — применяется универсальной бригадой при ремонте машин в небольших количествах. 3-5 человек выполняют ремонт от начала до конца. Машина разбирается на узлы, узлы на детали. Идет индивидуальный ремонт по восстановлению деталей в мехмастерской, замена на новые запасные. Все детали возвращают на ту же машину. Недостатки этого метода — длительный срок ремонта, высокая стоимость ремонта при высокой квалификации работников.

**Узловой метод** — машину разбирают на узлы и детали, которые направляют в ремонт специализированным бригадам. Вместо снятых неисправных узлов и деталей на машину ставят детали из оборотного фонда или ранее отремонтированные, неисправные отправляют в ремонт, а потом они будут поставлены на другую машину.

Узловой метод обеспечивает высокое качество ремонта, повышение производительности труда, снижение себестоимости ремонта. Срок машины в ремонте сокращается.

**Поточный метод** ремонта является высшей формой организации ремонтных работ.

Этот метод применим на заводах, ремонтирующих однотипные, одномарочные машины в большом количестве.

Преимущество метода:

- узкая специализация рабочих мест, лучше используются рабочие
- узкая специализация инструмента и оборудования, что улучшает его использование и снижает трудоемкость работников
- небольшой срок простоя машины в ремонте
- хорошая организация ремонтных работ — удешевление стоимости единицы ремонта.

#### **8.4. ПОРЯДОК ПЕРЕДАЧИ ОБОРУДОВАНИЯ В РЕМОНТ.**

Порядок отключения оборудования от работающей холодильной установки, подготовки оборудования к ремонту и передачи его ремонтному персоналу определены технологическим регламентом.

Работы, выполняемые сменным персоналом. Останавливают холодильную установку для ремонта по распоряжению начальника смены.

Небольшие холодильные установки полностью освобождают от хладагента, который перекачивают в баллоны. При ремонте средних и крупных установок хладагент перекачивают из ремонтируемой части схемы в неремонтируемую.

На малых и средних хладонных установках до 90 % жидкого хладагента можно передать из конденсатора в испаритель или батареи непосредственного охлаждения за счет разности давлений. При этом испарительная система охлаждается, регулирующий вентиль открывают для выравнивания давления и следят за тем, чтобы нормы заполнения аппаратов не были превышены. Если хладагент перекачивают из конденсатора по обводным линиям в испарительную систему, то в конденсатор прекращают подачу воды, а испарительная система начинает выполнять функции конденсатора. Испаритель охлаждают рассолом, а батареи непосредственного охлаждения воздухом. Подачу пара хладагента в конденсатор (кожухотрубный или оросительный) прекращают после того, как аппарат полностью прогреется и температура выходного патрубка превысит на 15—20 °С температуру окружающей среды. Аппарат отключают от системы и оставшиеся пары отсасывают компрессором. Подобным образом освобождают от хладагента переохладители и ресиверы при перекачке хладагента в баллоны.

Последние заполняют только на весах. При сливе хладагента из аппаратов следят за температурой. Во избежание замерзания воду сливают.

Перед удалением хладагента из системы выпускают масло.

Остатки хладагента, откачиваемые компрессором из освобожденного аппарата, сбрасывают в атмосферу вне помещения, причем пары аммиака — только через воду. Появление в баке с водой пузырей нерастворившегося аммиака свидетельствует о необходимости замены воды. После снижения давления в аппарате до атмосферного шланг сброса аммиака отключают во избежание попадания водно-аммиачного раствора в систему.

На период ремонта холодильной аппаратуры отключающие вентили в закрытом состоянии пломбируют и со стороны ремонтируемого аппарата ставят заглушки. Для обеспечения безопасности применяют только инвентарные заглушки, т. е. выполненные по расчету на прочность, с хвостовиком, с маркировкой по условному проходу и рабочему давлению, порядковым номером, окраской хвостовика в условный цвет трубопровода, для которого заглушка предназначена, регистрацией установки в суточном журнале. При таком порядке исключается возможность «потерять» поставленную заглушку в технологической схеме при последующем пуске установки. Заглушки ставят на прокладках. Полости аппарата сообщают с атмосферой только после того, как в аппарате в течение не менее 30 мин выдерживают вакуум. Открывая маслоспускной вентиль или разъединяя фланцы, убеждаются в том, что воздух засасывается внутрь аппарата; только после такой проверки устанавливают заглушки и готовят аппарат к ремонту или освидетельствованию. Все операции проводят в противогазе (для аммиачных систем с коробкой марки КД) и в перчатках.

Те участки трубопроводов и аппараты, в которых остался хладагент, отмечают табличками: «Опасно. Аппарат под давлением аммиака». Все машины обесточивают, разбирая электросборки. На отключенных машинах, подлежащих ремонту, вывешивают таблички: «Не включать. Работают люди». После отключения аппарата или всей установки, удаления хладагента и продувки системы азотом и воздухом описывают выполненные подготовительные работы в суточном журнале и установку сдают по акту ремонтной бригаде. В акте отмечают выполненные подготовительные работы; отключение аппаратов; установку вентиля в нужном положении; установку заглушек (места установки и номера); проведенные мероприятия по технике безопасности и др., а также условия и мероприятия, которые необходимо выполнить в процессе ремонта в действующем цехе. Подписывает акт начальник смены и ответственный руководитель ремонтных работ. В случае останова всей установки на ремонт и выполнения ремонта специализированной подрядной организацией акт подписывает подрядчик.

Работы, выполняемые ремонтным персоналом. Руководитель ремонтных работ знакомится с обстановкой в действующем цехе и совместно с эксплуатационным персоналом в соответствии с ПОР выделяет и ограждает зону ремонтных работ, намечает места разборки оборудования и места проведения огневых работ, проверяет достаточность проходов и надежность путей эвакуации на случай аварийной ситуации, определяет необходимые средства индивидуальной защиты и средств пожаротушения, рассматривает места потенциальной опасности, проверяет

средства и сигналы оповещения и связь с эксплуатационным персоналом на случай аварийной ситуации в цехе.

По результатам обстановки он проводит инструктаж членов бригады на рабочем месте. Объяснив условия работы, определяет задачи и рабочую зону каждого члена бригады, проверяет знакомство рабочих с ТУ или СТП на ремонт оборудования, наличие у каждого индивидуальных средств защиты и умение применения их, выясняет необходимость проведения работ повышенной опасности и оформляет наряды-допуски на их проведение. Для проведения работ внутри емкостных аппаратов, газоопасных работ, работ в колодцах и других подобных работ назначает ответственных инженерно-технических работников. Перед проведением газоопасных работ проверяют исправность средств индивидуальной защиты и включают все системы вентиляции, открывают окна и фрамуги. Ремонтируя оборудование с электроприводом, обеспечивают двойное отключение напряжения: отключают кнопкой пускателя и разбирают электрическую схему на щите электросборки, а также разъединяют соединительную муфту (или снимают приводные ремни).

Ремонтные работы в действующем цехе выполняют, используя цеховые грузоподъемные средства. В машинных и аппаратных залах холодильных установок, работающих на аммиаке или взрывоопасных хладагентах, все грузоподъемные устройства должны иметь управление только с отметки обслуживания основного оборудования (с пола).

До вскрытия аппаратов убеждаются в отсутствии давления, отключении аппарата от системы и дополнительно продувают аппарат воздухом. Аппараты, покрытые снеговой «шубой» и имеющие температуру ниже  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вскрывать до оттаивания запрещается. Работы внутри емкостных аппаратов проводит один человек в шланговом противогазе и монтажном поясе, с верхней страховкой канатом со стороны второго рабочего большей массы или равной массе работающего в аппарате.

Все огневые работы (сварочные, паяльные и другие работы с открытым огнем) проводят с письменного разрешения (наряда-допуска) главного инженера, согласованного с противопожарной охраной. Разрешение действительно только на день производства работ и предусматривает выполнение мер предосторожности при проведении огневых работ.

При проведении ремонтных работ переносные лампы применяют с напряжением не выше 12 В для аммиачных установок и не выше 36 В для хладоновых установок. Все работы по вскрытию аммиачных аппаратов и трубопроводов выполняют только в резиновых перчатках с противогазами с коробками марки КД, убедившись в отсутствии давления паров аммиака и остатков жидкости.

При проведении ремонтных работ в действующем цехе с работающей аммиачной холодильной установкой независимо от степени подготовки остановленного и отключенного оборудования каждый рабочий должен иметь при себе противогаз. Каждый рабочий день у ремонтной бригады начинается с уведомления и разрешения начальника смены. По первому требованию сменного персонала ремонтники обязаны прекратить работы и покинуть помещение.

Ремонтники должны быть проинструктированы о порядке работы в действующем цехе, работать только в пределах отведенного и обозначенного надписями места ремонта, знать пути эвакуации и места выхода из цеха.

## ***ГЛАВА 9. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ.***

### ***9.4. ДЕФЕКТАЦИЯ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ.***

### ***9.5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ.***

### ***9.6. БАЛАНСИРОВКА ВРАЩАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ.***

## **9.1. ДЕФЕКТАЦИЯ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ.**

Дефектация и ее виды. Определение технического состояния оборудования, его сборочных единиц и отдельных деталей с выявлением неисправностей называется *дефектацией* (дефектовкой, выбраковкой). Дефектацию выполняют до ремонта с целью определения необходимых при ремонте видов и объема работ, потребности в материалах и деталях, рабочей силе, проектной и конструкторской документации и финансовых средствах. Дефектацию проводят в три этапа и в заключение составляют ведомость дефектов.

*Предварительную дефектацию* проводят во время работы оборудования на основании его осмотра, замера производительности, шума, вибрации, температуры и давления, анализа замечаний по работе оборудования в суточных журналах, определения на ощупь нагрева сопряженных пар трения и проверки состояния деталей при кратковременных остановках. Замеренные, показатели сравнивают с номинальными или с показателями после предыдущего ремонта. Предварительную дефектацию проводят главным образом для определения состояния холодильной установки в целом или отдельных машин и аппаратов с целью определения объема работ или уточнения сроков остановки на ремонт.

*Поузловую дефектацию* проводят при текущих осмотрах, а также при разборке оборудования на сборочные комплексы и единицы для определения их пригодности.

*Подетальную дефектацию* проводят при разборке оборудования сборочных единиц во время ремонта для определения возможности повторного использования деталей и характера требуемого ремонта. Все детали сортируют на три группы: детали с допустимым износом, детали с износом выше допустимого, но пригодные для ремонта, детали с большим износом, непригодные для ремонта и подлежащие списанию. Подетальную дефектацию проводят в соответствии с техническими условиями предприятия-владельца или по документации завода-изготовителя.; Для упрощения процесса подетальной дефектации на каждую деталь составляют карту дефектов и эскиз детали, на котором указывают позиции контроля и номинальные размеры с допусками. В карте дефектов указывают позиции контроля по эскизу, наименование дефекта, метод контроля или испытаний и заключение о пригодности.

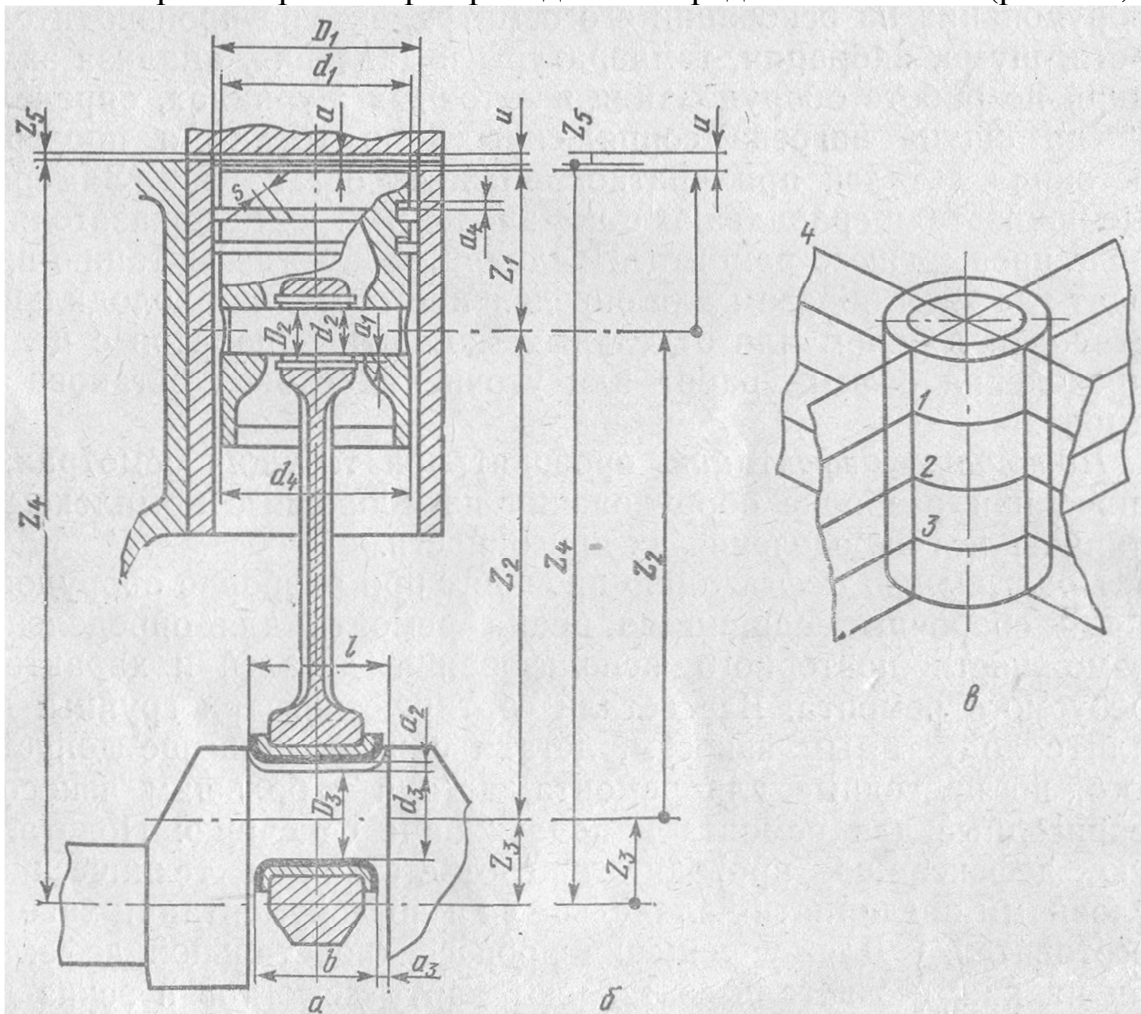
В ведомости дефектов дается описание дефектов, перечисляются необходимые виды ремонтных работ, количество деталей для замены и материалов для ремонта, заключение о пригодности изделий. Ведомость дефектов является основанием для составления сметы на ремонт, заказов на разработку проектно-

конструкторской документации и изготовление деталей в ремонтно-механическом цехе, а также для выписки материалов и сменных деталей со склада.

**Способы дефектации.**

В зависимости от конструктивных особенностей оборудования и отдельных деталей выбирают тот или иной способ дефектации. Наиболее простым способом является внешний осмотр, позволяющий выявить наружные трещины, задиры, изгибы, перегрев металла по цветам побежалости и пр. Внешний осмотр предшествует всем-другим способам контроля. При освидетельствовании сосудов или баллонов прибегают к *внутреннему осмотру* поверхности.

Осмотр детали завершается ее *обмером* с помощью измерительного инструмента. Измерения при обмере проводят по определенной схеме (рис. 9.1, а, в).



**Рис. 9.1. Схема обмера шатунно-поршневой группы (а) с упрощенной размерной цепью (б) и обмер втулок, пальцев и других деталей цилиндрической формы (в):**

$D_1, D_2, D_3$ — диаметры цилиндра и вкладышей подшипников;  $d_1, d_2, d_3, d_4$  — диаметры поршня, пальца, шейки вала, юбки поршня;  $a_1, a_2, a_3, a_4$  — зазоры;  $s$ — тепловой зазор в замке поршневого кольца;  $z_1$ — расстояние между торцом головки поршня и осью поршневого пальца;  $z_2$ — расстояние между осью поршневого пальца и осью шатунной шейки вала;  $z_3$ — радиус кривошипа;  $z_4$ — расстояние между осью коренной шейки вала и верхним торцом цилиндра;  $z_5$ — толщина прокладки между блоком цилиндров и крышкой;  $u$  — линейное мертвое пространство (закрывающее звено размерной цепи); 1, 2, 3, 4, 5 — пояса и плоскости замера диаметров цилиндра



При проверке прочности и плотности сосудов, трубопроводов и арматуры проводят *испытания на плотность и прочность* давлением. При испытании грузоподъемных устройств на прочность, пружин на соответствие расчетной характеристике используют контрольные грузы.

Основную массу внутренних дефектов деталей определяют *методами неразрушающего контроля* (дефектоскопия). В некоторых случаях, например при необходимости металлографических анализов состава или структуры металла, прибегают к вырезанию образцов с последующей постановкой накладок, заплат на стенке аппарата.

Все дефекты по происхождению можно разделить на три группы: *металлургические* (газовые и усадочные раковины, разрывы на поверхности отливок, ликвационные зоны — неравномерность состава металла, неметаллические включения, закаты и волосовины, образующиеся при прокатке или ковке, флокены — трещины с кристаллической поверхностью, образующиеся внутри проката или поковок большой трещины), *технологические* (трещины в зоне сварного шва, непровар в корне шва, по его кромке или между слоями, поры, раковины, шлаковые включения в металле шва, непропай — незаполнение зазора припоем при пайке, закалочные трещины, шлифовочные трещины, надрывы при холодной обработке металла) и *эксплуатационные* (трещины усталости, ползучести, забоины и другие механические и коррозионные повреждения).

### **Проведение обмеров деталей.**

В зависимости от характера износа меняются первоначальные размеры, форма деталей, зазоры между ними (посадка), свойства и характеристики детали или ее рабочей поверхности. Изменение размеров, формы или свойств деталей определяют путем измерений: прямых (абсолютных)—при непосредственном сравнении с мерами или косвенных по результатам прямых измерений величин, связанных с искомыми. Измерения могут быть контактными и бесконтактными.

При обмере контролируют отклонения формы и расположения деталей: *неплоскостность* (на поверочной плите); отклонение от цилиндричности; *изогнутость оси* (вращением детали на ножевых опорах), *конусность* (измерение диаметров по краям продольного сечения), *седлообразность* и *бочкообразность* (измерением диаметров по краям и в середине продольного сечения); *непараллельность плоскостей* (по поверочной плите, на которую опирают базовую поверхность, и по пластине с параллельными гранями, накладываемой на вторую поверхность); *перекос и неперпендикулярность осей* (на поверочной плите со стойками и индикаторами); *торцевое биение* (при вращении детали и измерении разности между экстремальными значениями измерительной головкой); *несоосность относительно базовой поверхности* (измерением радиального биения в крайних сечениях при вращении детали вокруг оси базовой поверхности); *радиальное биение* (при вращении на призмах как разность экстремальных значений за один оборот); *несимметричность* (на плите как полуразность расстояний, измеренных в двух противоположных положениях детали). Кроме универсальных приборов существует большое количество приспособлений и приемов по контролю.

### **Неразрушающие методы контроля.**

В соответствии с ГОСТом различают следующие методы неразрушающего контроля: визуально-оптические, капиллярные, магнитные, акустические, радиационные, радиоволновые, электромагнитные, электрические, тепловые и методы течеискания. Существуют разновидности этих методов.

*Визуально-оптический метод* используют при внешнем и внутреннем осмотрах. Он позволяет выявить относительно крупные повреждения, и его эффективность во многом зависит от остроты зрения и опыта работы контролера. Для повышения чувствительности метода используют лупы. При проведении внутренних осмотров используют оптические приборы с подсветкой — интроскопы.

*Капиллярный метод* основан на проникающих свойствах жидкости (капиллярность) и может быть использован для обнаружения дефектов, выходящих на поверхность. Метод применим для деталей из магнитных и немагнитных материалов. В качестве пинетратов (проникающих жидкостей) могут использоваться керосин, масло, различные составы с красителями (цветной метод) или люминофоров, светящихся под действием ультрафиолетового света (люминесцентные методы).

Применяя керосин («керосиновая проба»), деталь погружают в него или ее поверхность смазывают керосином, затем поверхность обдувают воздухом и покрывают тонким слоем водной меловой эмульсии. После высыхания на белой поверхности детали проступит керосин, оставшийся в трещине и адсорбируемый мелом. Керосиновую пробу, широко используют для выявления дефектов отливок, картеров, гильз, корпусов арматуры и насосов, поршней, сварных швов.

Контроль *цветным методом* проводят в следующем порядке. Очищают поверхность детали от грязи, лака, нагара, окалины и смазки. Затем наносят слой индикаторной жидкости. Наиболее хорошо зарекомендовавший себя состав жидкости: скипидар марки А (200 мл), керосин (800 мл), краситель жирорастворимый марки Ж (15 г.). После нанесения пинетрата и выдержки его на поверхности детали до 15 мин остатки жидкости удаляют, деталь вытирают и наносят адсорбирующее покрытие (обычно водно-спиртовой раствор каолина или мела). После высыхания на белой поверхности трещины и волосовины проявляются в виде красных линий, пористость и раковины — в виде точек и пятен. Капиллярные методы можно применять непосредственно в цехе.

*Люминесцентный метод* контроля включает следующие операции: очистку поверхности, нанесение проникающих растворов и красителей или порошков люминофоров и осмотр с помощью люминесцентных дефектоскопов или в свете ртутных ламп. Методика несложна, позволяет выявлять дефекты в немагнитных материалах, но при работе требуется защита контролера от ультрафиолетового излучения. Некоторые составы коррозионноактивны к алюминиевым, магниевым сплавам и сталям.

*Магнитно-порошковый метод* применяют для контроля деталей из ферромагнитных материалов. Он позволяет выявить волосовины, флокены, трещины, но для его использования необходимо удалять защитные покрытия толщиной более 0,3 мм. Контроль состоит из следующих операций: подготовки

поверхности, намагничивания изделия, нанесения магнитных частиц, исследование поверхности, удаления частиц и размагничивания изделий.

*Ультразвуковой (акустический) метод* позволяет выявлять внутренние скрытые дефекты в труднодоступных местах деталей из магнитных и упругих немагнитных материалов. Недостатками метода являются необходимость разработки методики контроля и конструкции искателей для каждой задачи и сложность расшифровки результатов контроля.

*Рентгенографический (радиоволновый) метод* позволяет выявить внутренние скрытые дефекты. Недостатком является сложность и большие размеры аппаратуры, низкая чувствительность к усталостным трещинам, необходимость защиты от рентгеновского излучения.

*Гамма-графический (радиационный) метод* позволяет выявить внутренние скрытые дефекты с помощью портативных дефектоскопов. Недостатком являются ограниченная интенсивность излучения и необходимость защиты от воздействия ионизирующих излучений.

*Электроиндуктивный метод* (метод вихревых токов) позволяет обнаружить открытые и закрытые дефекты деталей из электропроводных материалов, а также трещины без снятия защитных покрытий. Метод характеризуется большой скоростью и незначительной трудоемкостью при ручном контроле, но более низкой чувствительностью, чем у магнитно-порошкового и цветного методов.

*Галоидно-электрические и масс-спектрометрические (гелиевые) течеискатели* применяют для проверки плотности замкнутых систем (пневмоиспытания сосудов и трубопроводных систем). Галоидные течеискатели и галоидные лампы широко используются в холодильной технике. Гелиевые течеискатели обладают высокой чувствительностью, но применение их из-за значительных размеров аппаратуры ограничено стационарными условиями. Для определения неплотностей аппаратов при пневмоиспытаниях в воздух добавляют хладон или гелий.

Таблица 9.1.

Чувствительность методов неразрушающего контроля, мм.

Метод	Максимально допустимая шероховатость поверхности $R_z$ , мкм	Минимальные размеры обнаруживаемых трещин, мм		
		Ширина раскрытия	Глубина	Протяженность
Визуально-оптический		0,005-0,01	-	0,1
<b>Капиллярные</b>				
цветной	10—20	0,001—0,002	0,01—0,03	0,1—0,3
люминесцентно-красочный	10-20	0,001—0,002	0,01—0,03	0,1-0,3
люминесцентно-порошковый	10—20	0,01—0,03	0,1—0,3	2—3
магнитно-порошковый	40-80	0,001	0,01-0,05	0,3
вихревых токов	40—80	0,0005—0,001	0,15—0,2	0,6-2
ультразвуковой импульсный эхо-метод	10-20	0,001-0,03	0,1-0,3	—
Рентгенографический		-	1,5-3 % толщины детали	-
Гамма-графический			4-6 % толщины детали	

При использовании конкретного метода дефектации или их совокупности необходимо учитывать чувствительность метода, определяемую наименьшими размерами выявляемых дефектов (табл. 9.1.), свойства материала, местонахождение и форму детали, условия работы приборов, контроля, чистоту обработки поверхности, технические требования к детали.

## 9.2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ.

Детали восстанавливают в том случае, если ремонт обходится дешевле приобретения новой детали. Обычно принято считать, что стоимость восстановления составляет 10—25 % стоимости изготовления новой детали, а для базовых деталей сложной конфигурации 5—10%. Однако в практических условиях к восстановлению деталей приходится прибегать и при отсутствии новых запасных деталей.

Восстановление сопряженных деталей. Изношенные детали можно восстанавливать до первоначальных — номинальных размеров или до новых — ремонтных размеров, не сказывающихся на технических характеристиках детали или машины в целом.

Ремонтные размеры подразделяют на группы категорийных размеров (ремонтных градаций) и пригоночные. При восстановлении деталей по методу *категорийных размеров* одну из сопряженных деталей обрабатывают до определенного стандартом предприятия размера, а вторую восстанавливают (или меняют на новую) до размера, установленного этим же стандартом и позволяющего выдержать необходимую посадку в сопряжении. Метод категорийных размеров допускает применение узлового метода ремонта, но увеличивает номенклатуру запасных деталей. Этот метод применяют при ремонте коленчатых валов и вкладышей подшипников компрессоров П110 и П220.

*Пригоночные, или свободные, размеры* позволяют удлинить срок службы дорогостоящей детали, так как при ее обработке снимается минимальный слой металла. Но в этом случае полностью нарушается взаимозаменяемость.

Для упрощения подбора сопряженных деталей иногда используют метод *селекции ремонтных размеров*, когда детали разбиты на несколько групп, что позволяет сократить обработку деталей, но усложняет подбор их и взаимозаменяемость. На группы селекции иногда разбивают сопряженные пары плунжер — поршень и др.

Посадку в сопряжении можно восстановить и без замены деталей путем изменения толщины прокладок между плоскостями разъема разрезных вкладышей в подшипниках скольжения и в подобных конструкциях.

В случае необходимости контакта изношенной поверхности со стандартной деталью (подшипником качения и т. п.) восстанавливают первоначальные размеры наплавкой или металлизацией, механической обработкой и установкой промежуточной ремонтной детали, пластической деформацией или уплотнением смолами.

### Обработка деталей на металлообрабатывающих станках.

При обработке деталей на станках восстанавливают утраченную при износе геометрическую форму, снижают до заданной величины шероховатость рабочих поверхностей, изменяют размеры до заданной величины по технологической карте ремонта. Поверхности детали, которые в результате установки на станке занимают определенное положение относительно инструмента, называют технологическими базами. Различают *основные технологические базы* — поверхности, выполняющие определенные функции при работе детали, и *вспомогательные технологические базы*, не выполняющие таких функций, но необходимые для крепления детали на станке при ее обработке.

При обработке деталей стремятся использовать на всех станочных операциях одни и те же технологические базы, причем обработку детали начинают с той поверхности, которая используется в качестве базы при последующей обработке. Поврежденные базовые поверхности восстанавливают. Для выверки деталей при восстановлении баз выбирают наименее изношенные поверхности с таким расчетом, чтобы деформации от усилий крепления детали и режущего инструмента не привели к существенным деформациям.

Примером основных технологических баз могут быть зеркало цилиндра, шейки валов; вспомогательных — торец и центрирующий поясok юбки поршня, центровые сверления валов.

Выполняя механическую обработку деталей, обеспечивают сохранение первоначальных допусков всех звеньев размерной цепи, соединяемых в сборочной единице деталей. *Размерной цепью* называют совокупность размеров, связывающих детали и образующих замкнутый контур. Размеры деталей, входящих в этот контур, называют звеньями. Последнее звено при построении контура называют замыкающим. Обычно замыкающим звеном является зазор в сопряжении (см. рис. 9.1, б).

Достижение в сопряжениях минимальных допусков обеспечивает наибольший ресурс работы механизма. В процессе ремонта этого можно достигнуть повышением точности изготовления деталей и селективной сборкой деталей (сортировкой деталей по группам селекции).

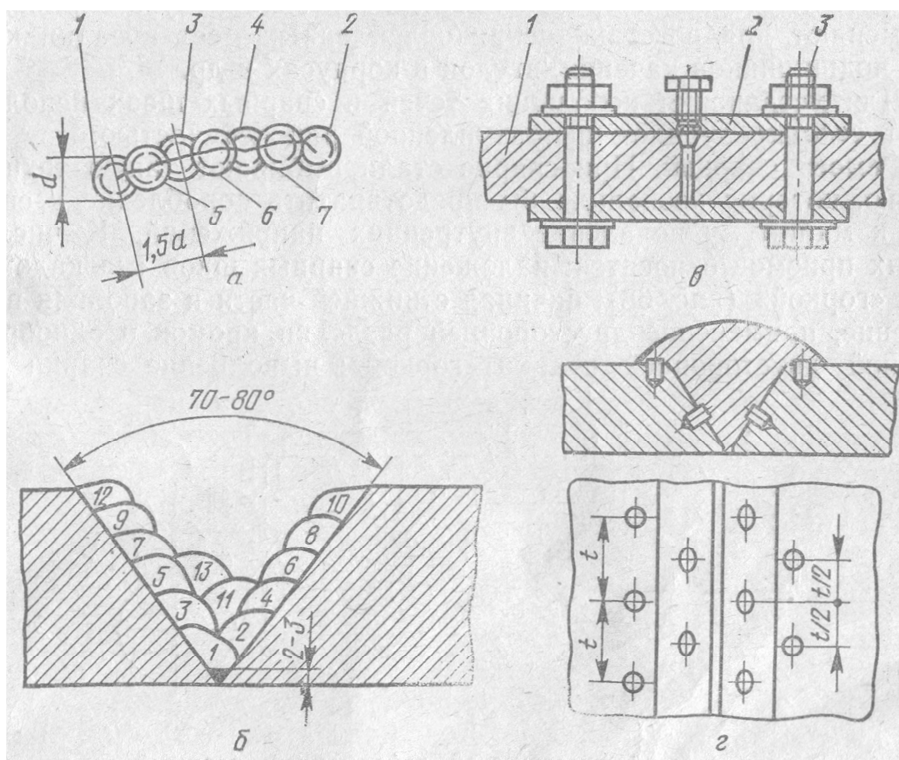
Слесарно-механические способы ремонта деталей. Способы слесарной обработки деталей разнообразны. Наиболее употребительные следующие.

*Способ постановки ремонтной детали* состоит в том, что изношенную поверхность ремонтируемой детали обрабатывают на станке таким образом, чтобы можно было установить дополнительную ремонтную деталь. Этот способ получил распространение при ремонте изношенных поверхностей шкивов, шестерен и корпусов. В зависимости от условий работы деталей втулки запрессовывают, закрепляют стопорными штифтами, ввинчивают на резьбе или закрепляют их композициями из синтетических смол. Затем посадочные поверхности обрабатывают до номинальных размеров и шероховатости поверхности по чертежу.

Изношенные поверхности валов восстанавливают напрессовкой наружных втулок после предварительной механической обработки. Для ремонта выкрошившихся деталей устанавливают бандажи.

Способ замены части детали состоит в том, что часть детали механическим путем удаляют, а на ее место укрепляют специально изготовленную. Этот способ широко применяется при ремонте валов. Соединяемые концы валов обрабатывают на токарном станке или соединяют на резьбе. Отремонтированный вал проверяют в центрах и протачивают под окончательный чистовой размер.

Способ заделки трещин постановкой винтов заключается в том, что вдоль трещины высверливают отверстия и ввинчивают винты на герметике (рис. 9.2, а). Способ применяют для заделки небольших трещин в корпусах, водяных рубашках цилиндров, стенках емкостных аппаратов. Способ не обеспечивает прочности и служит для восстановления плотности полости при давлении не более 0,3 МПа.



**Рис. 9.2. Приемы заделки трещин в корпусных деталях:**

а — порядок засверловки при ремонте резьбовыми штифтами; б — разделка кромок и порядок наложения слоев при сварке; в—заделка сквозных свищей и глубоких раковин: 1 — корпус; 2 — накладка из пластин; 3 — болты; е — усиление сварного шва шпильками («солдатиками»)

Способ постановки накладок применяют при заделке трещин или прокорродированных мест стенок емкостных аппаратов. Накладку закрепляют на шпильках или болтах (рис. 66,6). На концах трещин высверливают отверстия и ввертывают штифты. Размер накладки выбирают таким образом, чтобы она перекрывала место повреждения на 30—50 мм.

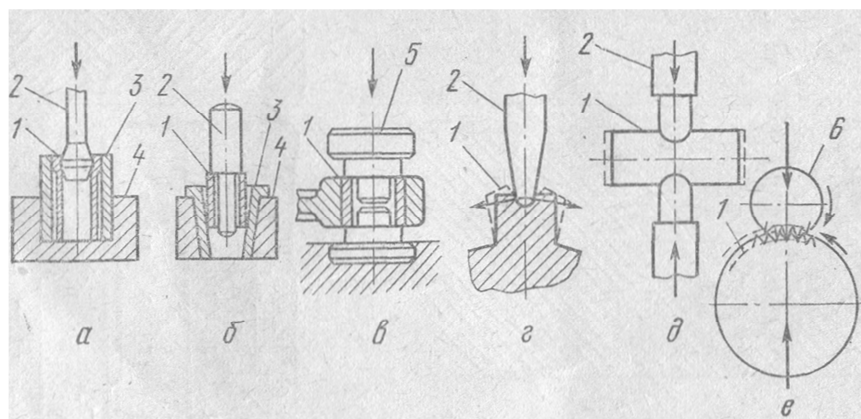
### **Ремонт пластической деформацией.**

Способ применим только для деталей, изготовленных из пластичных материалов — стали, алюминия, медных сплавов. Втулки ремонтируют методом *раздачи* и *обжима* (рис. 9.3, а, б). Для повышения пластичности металла детали отжигают. Для ремонта используют прессовое оборудование с приспособлениями — матрицами, пуансонами, оправками.

Для восстановления первоначальной полноты размеров деталей в неподвижных соединениях цилиндрические поверхности детали накатывают рифленным роликом (на станке), плоские *кернят*. При вдавливании ролика в тело металла образуются гребни и наружный диаметр детали увеличивается. Такой же эффект получается и

при частой керновке. Накатку и керновку применяют для восстановления ослабленных мест посадки колец подшипников качения, втулок в корпусах и др.

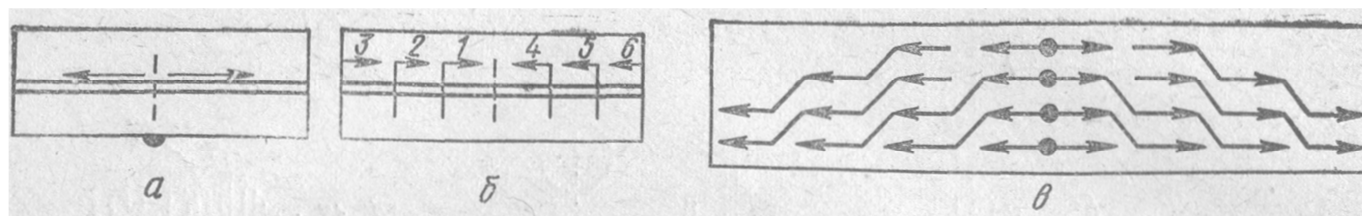
Для устранения небольших течей в сварных швах используют чеканку зубилом с притупленной рабочей частью.



**Рис. 9.3. Ремонт деталей пластической деформацией:** раздачей втулки (а), обжатием втулки (б), осадкой втулки шатуна (в), вдавливанием шлица (г), вытяжкой рычага (д) и накаткой зубчатым роликом вала (е): 1 - деформируемая (восстанавливаемая) деталь; 2 - пуансон; 3 - матрица; 4 - штамп; 5 - оправка; 6 - зубчатый ролик

### **Ремонт сваркой.**

При сварке стали выбирают такую технологию, которая позволила бы предотвратить коробление и свести к минимуму появление внутренних напряжений. К числу таких приемов относятся: наложение сварных швов «каскадом» или «горкой» (рис. 9.4), начиная с нижней части и заполняя все сечение, применение двусторонней разделки кромок и одновременной двусторонней сварки «горкой»; выполнение сварки до полного окончания всех операций по сварке; применение послойной проковки (чеканки) пневмомолотком.



**Рис. 9.4. Ремонт сваркой (предотвращение коробления и образования внутренних напряжений):**

а — участками от середины к концам; б — обратноступенчатым способом; в — горкой

При заваривании трещин в чугунных деталях используют сварку с подогревом детали (горячая сварка), что позволяет уменьшить напряжение в детали и предупредить образование трещин в сварном шве. Нагрев проводится до 400—450°С, а при сварке деталей сложной конфигурации до 500—700 °С. Сварку ведут чугунными электродами с защитными покрытиями.

Холодную сварку (без подогрева) применяют в тех случаях, когда нагрев невозможен из-за больших размеров детали (например, станины). Быстрое охлаждение шва приводит к изменению структуры чугуна и трещинам, для предотвращения чего используют медно-стальные электроды (90 % меди) и постепенный режим охлаждения.

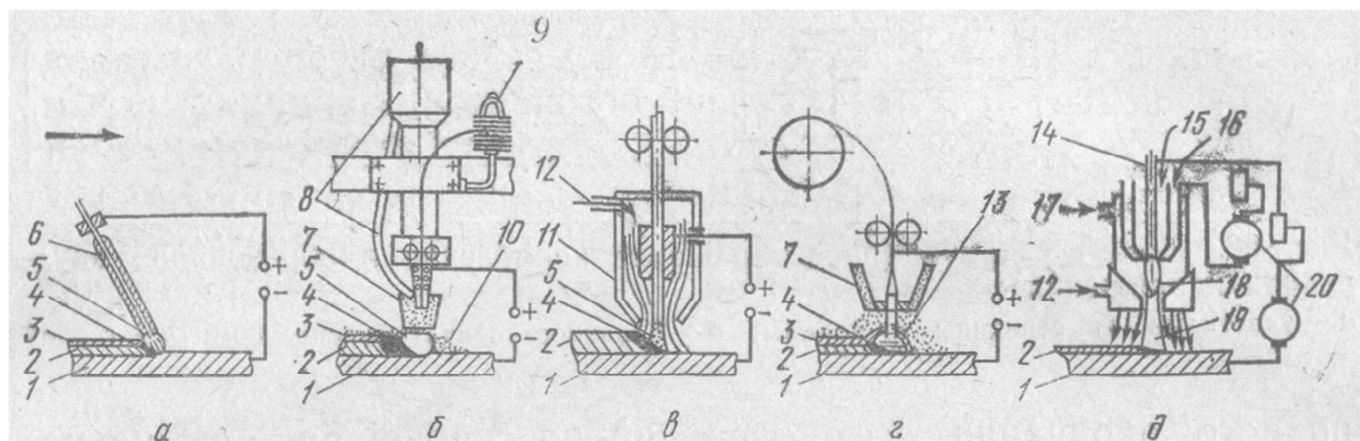
## Наплавка.

В процессе наплавки металл заданного состава наносится на поверхность детали, подплавляя основной металл. Наплавку применяют для восстановления изношенных поверхностей и упрочнения деталей. Подбором состава наплавляемого металла, способа и режима наплавки повышают износостойкость, твердость, термостойкость или создают биметаллическое изделие. Различают дуговую, газовую, электрошлаковую, плазменную, индукционную наплавку и плакирование.

*Дуговая наплавка* плавящимся электродом (рис. 9.5, а, б, в) является наиболее распространенным методом, и ее разновидности отличаются способом защиты металла от окисляющего воздействия воздуха и степенью механизации. Доля основного металла в наплавленном слое при дуговой наплавке (флюсовой) составляет до 60 %.

*Газовую наплавку* с присадкой прутков, проволоки или порошка применяют для упрочнения деталей сложной конфигурации небольшим слоем наплавленного металла толщиной 0,1— 0,3 мм без значительного разбавления его основным металлом, так как зона перехода в глубину основного металла составляет всего 100—120 мкм. Источником расплавления металла является ацетилено-кислородное пламя.

*Электрошлаковую наплавку* (рис. 9.5, г) отличает отсутствие разбрызгивания, надежная защита сварочной ванны расплавом шлака, более низкая склонность к кристаллизационным трещинам. Электрошлаковую наплавку ведут металлическим электродом, проволокой или лентой. Электродный металл плавится в шлаковой ванне и в виде мелких капель стекает на основной металл, сплавляясь с ним.



**Рис. 9.5. Наплавка дуговая ручная покрытыми электродами (а), автоматическая под флюсом (б), плавящимся электродом (в), электрошлаковая с двумя лентами (г) и плазменная порошковая (д):**

1 — основной металл детали; 2 — наплавленный металл; 3 — шлаковая корка; 4 — сварочная ванна; 5 — дуга; 6 — электрод с покрытием; 7 — воронка подачи флюса; 8 — бункер подачи флюса со шлангом; 9 — катушка для подачи проволоки; 10 — избыток флюса; 11 — сопло; 12 — защитный газ; 13 — шлаковая ванна; 14 — вольфрамовый электрод; 15 — плазмообразующий газ; 16 — охлаждающая вода; 17 — порошок наплавки; 18 — плазменная струя косвенного действия; 19 — плазменная струя прямого действия; 20 — источники электропитания



*Плазменная наплавка* позволяет снизить долю основного металла в наплавленном до 5 % и получить гладкую поверхность с минимальным припуском на обработку. Плазмой называют частично или полностью ионизированный газ, состоящий из ионов, электронов и нейтральных атомов и молекул с температурой до 50 000°С. В плазмотронах (рис. 9.5, д) электрическая дуга сжимается водоохлаждаемым соплом. Плазменную наплавку применяют для наплавки жаропрочных составов на детали клапанов, баббита на сталь вкладышей подшипников и др.

В процессе *индукционной наплавки* расплавление основного и присадочного металлов осуществляется вследствие теплового действия индуктируемого тока.

Для предотвращения или уменьшения коробления деталей при наплавке используют предварительный подогрев, определенный порядок наложения слоя наплавленного металла (валика) на деталь, термообработку после наплавки.

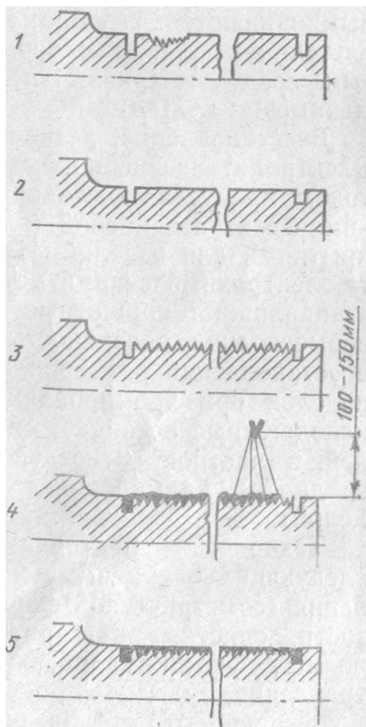
### **Газотермическое напыление.**

Процесс получения покрытий из различных материалов, основанный на нагреве материала до жидкого состояния и его распылении с помощью газовой струи, называют газотермическим напылением. При ударе расплавленные частицы сцепляются с поверхностью ремонтируемой детали и друг с другом, образуя покрытия. В отличие от наплавки при напылении не происходит подплавления основного металла детали.

Покрытия можно получать распылением: металлов (металлизация) для повышения износостойкости, восстановления геометрических размеров, защиты от коррозии; твердых сплавов для повышения твердости и износостойкости; керамики (тугоплавкие окислы, стеклокерамика и др.), тугоплавких соединений (карбидов, боридов, силицидов, нитридов и др.) для защиты от коррозии и абразивного износа; полимеров для защиты от коррозии, теплоизоляции, герметизации и придания декоративного вида.

Металлизацию применяют для восстановления размеров деталей, когда не требуется высокой прочности покрытия, в основном для тел вращения, работающих в условиях жидкостной смазки: шеек валов, цапф, пальцев, плунжеров, поршней, цилиндров, втулок. При покрытии внутренних поверхностей наносят более тонкие покрытия, так как напряжения при усадке действуют на отрыв слоя.

Толщина покрытия сталей при металлизации не превышает 3—4 мм с последующей обработкой резцами с пластинами из твердых сплавов. Инструментальные стали напыляют до более толстого слоя 6—8 мм и обрабатывают шлифованием. Толщина наносимого слоя при восстановлении шеек после окончательной обработки не должна быть меньше 0,7 мм на сторону. При малой величине износа деталь протачивают с учетом минимального напыляемого слоя и припуска на обработку (рис. 9.6.). До металлизации деталь защищают, промывают, обрабатывают в дробеструйной камере, а в некоторых случаях (например, при ремонте шеек валов) нарезают для лучшего сцепления резьбу с шагом 0,75—1,25 мм. При металлизации плоских поверхностей и восстановлении шеек валов под прессовые посадки ограничиваются дробеструйной обработкой.



**Рис. 9.6.. Технология нанесения металлизационного покрытия:**

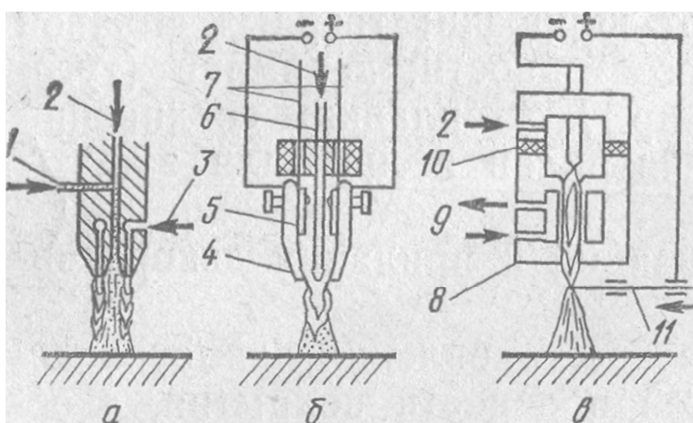
1 — выточка отрезным резцом замыкающих канавок; 2 — обточка детали проходным резцом для снятия выработки; 3 — нарезка резьбовым резцом «рваной» резьбы с шагом 0,75—1,25 мм для улучшения сцепления покрытия; 4 — напыление покрытия; 5 — механическая обработка под чистовой размер твердосплавным инструментом

Поскольку всякое металлизационное покрытие обладает пористостью и режимом напыления, эту пористость можно регулировать, становится возможным использовать покрытия в качестве антифрикционных и противокоррозионных. Поры хорошо удерживают масло, защитные лаки и эмали. При пропитке пористых покрытий фторопластовой эмульсией получают детали, хорошо работающие при ограниченной смазке или смазке водой.

Напыляя фторопласт или другие полимеры на пористое металлизационное покрытие, получают эффективные противокоррозионные покрытия.

Для повышения твердости, эрозионной и абразивной стойкости напыленный слой оплавляют (наплавка напылением). Оплавление проводят после нагрева детали плазменными горелками. В качестве наплавочных составов используют смеси СНГН (наплавочные, гранулированные, никелевые) или на основе карбида вольфрама — типа ВСНГН.

Аппараты для напыления покрытий разнообразны. Основными являются: газопламенные, когда расплавление осуществляется ацетилено-кислородным пламенем, распыление — сжатым воздухом (рис. 9.7,а); электродуговые (рис. 9.7,б); плазменные (рис. 9.7, в).



**Рис. 9.7. Газотермическое напыление: газопламенное (а), электродуговое (б) и плазменное (в):**

1 — порошок покрытия; 2 — воздух; 3 — газовая смесь (воздух + ацетилен или пропан-бутан); 4 — направляющие пластины; 5 — прижимные планки; 6 — сопло; 7 — проволочные электроды; 8 — плазматрон; 9 — охлаждающая вода; 10 — изолирующее кольцо; 11 — проволоки (анод)

### **Восстановление деталей электролитическими покрытиями.**

Электролитические покрытия получают электрохимическим методом, пропуская постоянный электрический ток через растворы химических соединений (электролиты) металлов, служащих покрытиями для изделий. Наиболее распространенными в ремонте электрохимическими методами являются:

хромирование (восстанавливают поршневые пальцы, кольца подшипников, поршневые кольца, поверхность гильз цилиндров), осталивание (для восстановления размеров деталей с износом до 3 мм, создания подслоя при хромировании, восстановления поверхностей под неподвижные посадки), оцинкование (защитное покрытие деталей, в частности гвоздей и крепежных деталей для ремонта градирен), кадмирование (защитное покрытие крепежных изделий).

Технология электрохимического восстановления состоит из следующих операций: механической обработки для восстановления геометрической формы и необходимого класса шероховатости, очистки растворителями и сушки, изоляции непокрываемых участков, обезжиривания, промывки горячей водой, травления, удаления оксидов, электролитического осаждения покрывающего металла, шлифования под размер.

Толщина покрытия при хромировании достигает 0,2—0,3 мм, а при осталивании — 2—3 мм. Хромирование позволяет повысить твердость, износостойкость, улучшить антифрикционные свойства. Цементированные и закаленные детали перед механической обработкой отжигают.

Применение при ремонте неметаллических материалов. При ремонте деталей холодильного оборудования для восстановления мест посадки, заделки раковин, трещин и пор широко применяют синтетические смолы, композиции на их основе, поделочные пластмассы, резины, герметики и клеи. Ассортимент таких материалов чрезвычайно широк.

Эпоксидные смолы холодного и горячего отверждения применяют в виде композиций с введением пластификаторов — веществ, уменьшающих хрупкость и увеличивающих эластичность (дибутилфталат, тиокол), отвердителей (полиэтиленполиамин, гексаметилендиамин, малеиновый или фталевый ангидрид), а также в некоторых случаях наполнителей — тонкодисперсных материалов (железные или чугунные порошки, слюда, кварц, асбест, графит, портландцемент и др.). Композиции готовят не более чем за час-полтора до использования. Горячее отверждение проводят при температуре до 120 °С. Для хладостойкости в состав композиции вводят каучук. Акриловые пластмассы холодного отверждения — (АСТ—Т, стиракрил, бутилакрил) применяют также в виде композиций с теми же наполнителями. Они обладают высокой адгезией, стойкостью к минеральным маслам и разбавленным кислотам и щелочам. Композиции обеспечивают прочность при изгибе 70—100 МПа и при растяжении 30—50 МПа.

Для восстановления мест посадки используют герметик ГЭН-150В. Для ремонта гильз, рубашек, цилиндров и других деталей применяют бакелитовый лак СБС-1. Клеи универсальные БФ-2, ВС-ЮТ, полиамидные МПФ-1, ПФЭ-2/10, каучукофенольные 88Н, 88НП, эпоксидные (последние готовят на месте) применяют при ремонте для крепления накладок, заплат и других деталей.

Технология ремонта при использовании синтетических материалов несложна и включает следующие операции: зачистку до металлического блеска, обезжиривание, заполнение композицией ремонтируемой полости с помощью шпателя, тепловую обработку (для композиций горячего отверждения), обработку механическим способом под заданный размер. При ремонте трещин засверливают края, разделяют кромки и заполняют трещину композицией. При ремонте мелких пор и

трещин наполнитель в композицию не добавляют. При восстановлении мест посадки подшипников в корпусных деталях вместо механической обработки можно воспользоваться прогонкой калиброванного цилиндра через некоторое время после нанесения ком позиции до ее отверждения (для эпоксидной композиции холодного отверждения примерно через полчаса).

При работе со смолами и их композициями учитывают много факторов: токсичность растворителей и других химикатов, срок хранения, необходимость тщательной подготовки и обезжиривания поверхности, условия работы детали, температуростойкость композиции и ее взаимодействие с рабочими средами.

### 9.3. БАЛАНСИРОВКА ВРАЩАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ.

При нарушении вследствие износа в процессе эксплуатации динамической или статической уравновешенности детали неуравновешенные массы приводят к появлению центробежных сил, а следовательно, к вибрации и выходу машины из строя. Для устранения неуравновешенности проводят балансировку.

В деталях типа тонкого диска неуравновешенность проявляется в виде смещения центра тяжести (статическая неуравновешенность) и устраняется *статической балансировкой*, основанной на стремлении центра тяжести расположиться ниже оси вращения по вертикали. Детали балансируют при вращении на параллелях (призмах). После отыскания места дисбаланса подбирают груз для его компенсации.

Динамическая неуравновешенность появляется при вращении детали, когда возникает момент пары сил.

Дисбаланс валов, роторов является результатом неравномерного износа. Причем неуравновешенность ротора в сборе в несколько раз выше, чем отдельных деталей. Динамическую неуравновешенность устраняют *динамической балансировкой*.

Области применения статической и динамической балансировки в зависимости от отношения длины детали  $L_k$  ее диаметру  $D$  и частоты вращения детали показаны на рис. 9.8.

Статическую балансировку проводят на параллелях, длина которых позволяет сделать 2—3 оборота. Закаленные рабочие поверхности параллелей шлифуют до  $R_{a1,25}$ —0,32. Статическая балансировка на параллелях без динамической балансировки может быть применена для деталей дискообразной формы с частотой вращения менее  $38,3 \text{ с}^{-1}$ . При статической балансировке обеспечивается точность, примерно равная смещению фактического центра тяжести на 0,05 мм. Для роторов с частотой вращения  $38,3 \text{ с}^{-1}$  центробежная сила от неуравновешенности составит 29% от веса балансируемой детали, т. е. достигнет предельно допустимой величины.

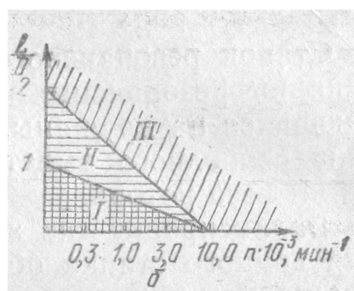
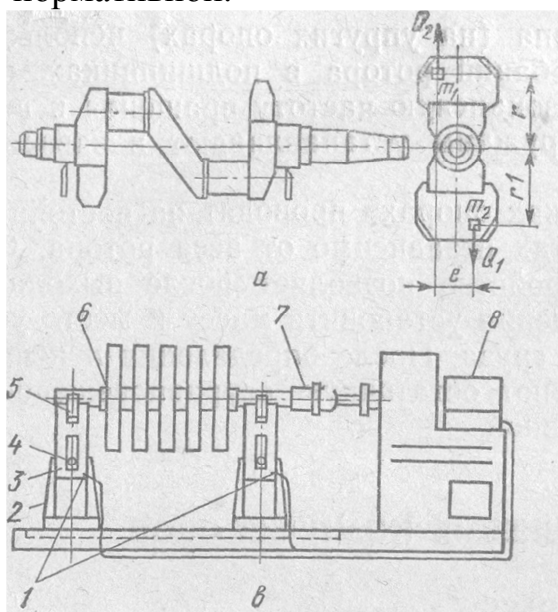
Динамическую балансировку, роторов с частотой вращения от  $38,3$  до  $83,3 \text{ с}^{-1}$  проводят после предварительной статической балансировки колес до насадки их на вал. При частоте вращения роторов более  $83,3 \text{ с}^{-1}$  рабочие колеса балансируют до насадки на вал ротора также и динамически.

Динамическую балансировку проводят на станках двух типов: резонансного (рис. 9.8, в) и на электронной схеме (на жестких опорах), а также в собственных

подшипниках машины. В последнем случае необходимо после каждой операции закрывать крышку машины.

Станок *резонансного типа (на упругих опорах)* использует принцип резонансных колебаний ротора в подшипниках, опирающихся на пружины. Резонансную частоту вращения и величину свободного вылета пружины устанавливают в зависимости от веса ротора.

Балансировку «на жестких опорах» проводят на постоянных для данного станка оборотах независимо от веса ротора. Специальное электронное устройство позволяет после выхода на номинальную частоту вращения установить массу и место установки уравнивающего груза. После определения и исправления дисбаланса определяют остаточную неуравновешенность и сравнивают ее с нормативной.



**Рис. 9.8. Статическая и динамическая балансировка:**  
*а* — статическая балансировка коленчатого вала на призмах; *б* — границы статической и динамической балансировки в зависимости от частоты вращения ротора и отношения длины детали  $L_k$  ее диаметру  $D$ ; *в* — динамическая балансировка ротора на балансировочном станке: 1 — датчики колебаний; 2 — перемещаемые по горизонтали стойки; 3 — сменные опоры с пружинами; 4 — установка вылета пружины; 5 — роликовые опоры; 6 — ротор; 7 — шарнирная муфта; 8 — пульт управления

## ГЛАВА 10. РЕМОНТ КОМПРЕССОРОВ.

- 10.10. **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА КОМПРЕССОРОВ.**
- 10.11. **РЕМОНТ ФУНДАМЕНТОВ И КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ.**
- 10.12. **РЕМОНТ ЦИЛИНДРОВ И ДЕТАЛЕЙ ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ.**
- 10.13. **РЕМОНТ МЕХАНИЗМА ДВИЖЕНИЯ.**
- 10.14. **РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ И УПЛОТНИТЕЛЕЙ**
- 10.15. **РЕМОНТ КЛАПАНОВ.**
- 10.16. **СБОРКА КОМПРЕССОРА ПОСЛЕ РЕМОНТА.**
- 10.17. **ОБКАТКА И ИСПЫТАНИЕ КОМПРЕССОРА ПОСЛЕ РЕМОНТА.**
- 10.18. **РЕМОНТ ВИНТОВЫХ И РОТАЦИОННЫХ КОМПРЕССОРОВ.**

### **10. 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА КОМПРЕССОРОВ.**

Технология ремонта любого оборудования состоит из нескольких этапов: очистки и промывки оборудования, разборки на сборочные единицы и детали,

маркировки сопряженных деталей, очистки и промывки деталей, дефектации деталей, их ремонта или изготовления новых, сборки сборочных единиц и оборудования, обкатки и испытания оборудования, окраски, сушки и сдачи оборудования в эксплуатацию.

Операции по очистке, мойке, разборке и сборке соединений являются общими для многих этапов процесса ремонта.

**Основные этапы ремонта поршневых компрессоров.** Технологический процесс ремонта поршневых компрессоров определяется стандартом предприятия или техническими условиями на ремонт (СР или КР в зависимости от вида ремонта) и состоит из следующих основных этапов, различающихся в некоторых моментах в зависимости от типа компрессора или особенностей его конструкции.

1. Отключение компрессора от технологической схемы и подготовка к ремонту. Освобождение от хладагента, постановка заглушек на трубопроводах. Продувка вскрываемых полостей компрессоров и аппаратов воздухом. Обесточивание и разборка привода.
2. Вскрытие компрессора для измерения зазоров в сопряжениях компрессора, характеризующих его состояние после определенной наработки пробега и сравнения их с последними данными, записанными в формуляре. Измерение зазоров в коренных подшипниках, между поршнем и цилиндром, в параллелях крейцкопфа, замер линейного мертвого пространства, расхождения щек коленчатого вала и других величин, необходимых для анализа состояния износа машины.
3. Измерение зазоров в сопряжениях проводят в процессе полной разборки компрессора на сборочные единицы и детали. При разборке блок-картерных машин сначала демонтируют или отсоединяют трубопроводы хладагента, воды, маслопроводы, фильтры, щиты и пульт управления, блокировки и элементы автоматики. Затем снимают крышки цилиндров, нагнетательные клапаны, буферные пружины, ложные крышки и всасывающие клапаны (у прямоточных компрессоров для этого вал поворачивают так, чтобы поршни вставали в положение ВМТ). Разбирают нижний шатунный подшипник и вынимают шатунно-поршневую группу. Затем съемником снимают маховик или шкив, разбирают сальник, снимают крышки картера, маслонасос, вынимают коленчатый вал. Каждую сборочную единицу разбирают на детали.

Крейцкопфные машины разбирают примерно в таком же порядке: снимают крышки, клапаны, заднюю крышку цилиндра и крышки параллелей крейцкопфа. Отсоединяют шток от крейцкопфа, вынимают поршень со штоком. Далее разбирают сальники, кривошипные подшипники шатунов, вынимают шатуны, крейцкопфы, снимают элементы системы смазки, снимают коренные подшипники, вынимают коленчатый вал, отсоединяют цилиндры от корпуса.

4. Очистка или мойка и сушка деталей.
5. Дефектация деталей с определением степени износа, необходимости восстановительного ремонта, перехода к ремонтным размерам или замены деталей новыми.

6. Испытание корпусных деталей: гидроиспытания корпуса отдельно по полостям всасывания и нагнетания, цилиндров в крейцкопфных компрессорах, полостей водяного охлаждения.
7. Ремонт коленчатого вала с перешлифовкой шеек, промывкой масляных каналов, поверочной статической балансировкой.
8. Ремонт вкладышей коренных подшипников или замена подшипников качения.
9. Ремонт поршней и шатунов с заменой поршневых колец, вкладышей и втулок. Проверка массы деталей и сборка шатунно-поршневой группы.
10. Ремонт цилиндра или перегильзовка блока. В машинах старых выпусков — привалка цилиндра (блока цилиндров) к корпусу с выверкой соосности.
11. В крейцкопфных компрессорах — перешлифовка штока, переборка и подгонка сальника, ремонт крейцкопфа и подгонка его направляющих, замена пальца, выверка соосности штока в сборе с крейцкопфом оси цилиндра.
12. Переборка и ремонт всасывающих, нагнетательных клапанов.
13. Ремонт маслососа, лубрикатора, очистка и ревизия фильтров, замена фильтрующих элементов.
14. Ремонт запорной, регулирующей и предохранительной арматуры.
15. Ремонт системы защиты и элементов автоматики.
16. Ревизия и ремонт электродвигателя и пусковой аппаратуры.
17. Сборка компрессора из отремонтированных деталей собранных сборочных единиц. Ремонт компрессора ведется одной бригадой, но ряд работ выполняется звеньями этой бригады параллельно.
18. Обкатка компрессора на холостом ходу без клапанов, затем с клапанами, на воздухе. Проводится на стенде или на фундаменте в зависимости от условий ремонта.
19. Сборка трубопроводной обвязки с заменой всех прокладок и опрессовка трубопроводов по системам для испытания плотности соединений и Проверки качества ремонта и надежности работы арматуры (часть трубопроводов — масла и воды монтируются ранее, до холостой обкатки).
20. Обкатка компрессора на хладагенте (на стенде или фундаменте).
21. Проведение испытаний (на стенде или в составе установки).
22. Сдача компрессора в эксплуатацию. При агрегатном (стендовом) методе ремонта и испытаний цех централизованного ремонта сдает компрессор для монтажа или в резерв (обменный фонд для агрегатного ремонта).

### **Очистка и промывка деталей.**

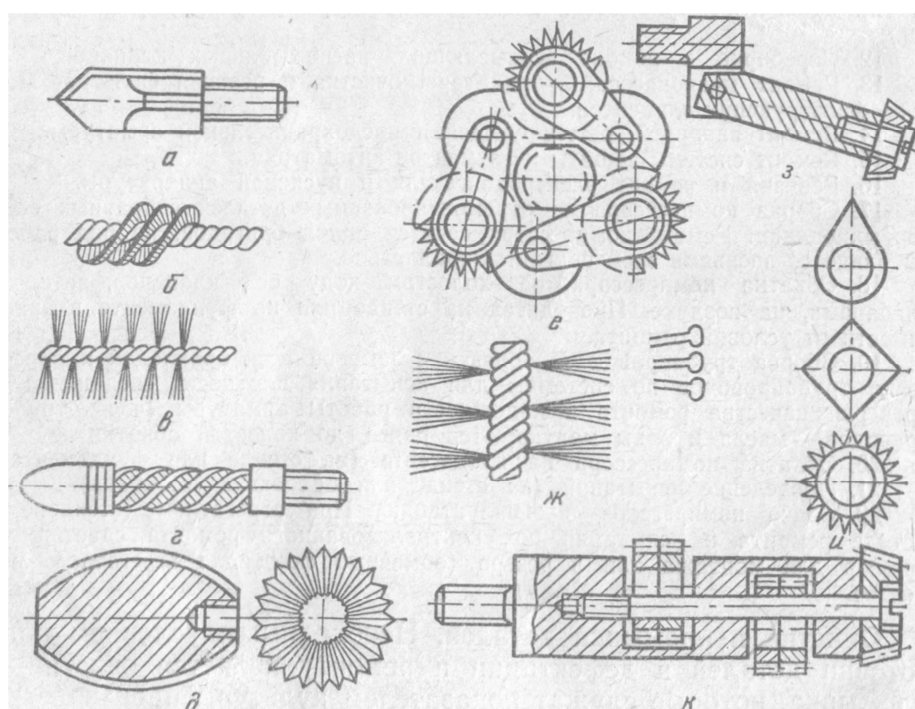
Необходимым условием подготовки деталей к дефектации и ремонту является очистка и промывка, которые служат показателем культуры производства и часто определяют качество операций, проводимых при ревизии, обмерах, дефектоскопии и ремонте.

Очистку и промывку проводят в процессе ремонта неоднократно: перед сдачей в ремонт, перед разборкой отдельных узлов и деталей, после разборки

оборудования, в процессе ремонта или изготовления, перед сборкой, а иногда и после сборки. В каждом из этих случаев вид очистки определяется количеством и характером загрязнений, а также необходимой степенью очистки. Загрязнения могут быть в виде замасливания поверхности, отложений накипи (солей жесткости), ила, нагара, продуктов механического или коррозионного износа, слоя краски или грунтовки под окраску. Различают очистку механическую, физико-химическую и химическую.

При очистке неотчетственных деталей часто используют механизированную или ручную механическую очистку. При очистке отдельных сильно загрязненных мест и при подготовке корпусов под окраску используют металлические щетки и шарошки (рис. 10.1.) с пневматическим или электрическим приводом. Хорошую подготовку поверхности под окраску или под металлизацию дает пескоструйная и дробеструйная очистка. Сухой песок подают через специальное сопло струей воздуха. Работу проводят в специальных камерах дистанционно или непосред-

ственно на месте в защитных костюмах и шланговых противогазах.



**Рис. 10.1. Различные виды рабочих органов приспособлений и оснастки для чистки труб:**

резцы (а, з), ерши (б, в, д, ж), шарошки (е, з, к)

Для улучшения санитарных условий применяют увлажненный песок (жидкостно-абразивная очистка).

Из физико-химических способов очистки при ремонте холодильных установок применяют ультразвуковую очистку и очистку керосином или в моющих составах с различными добавками поверхностно-активных веществ.

Ультразвуковая очистка дает хорошие результаты при отмывке мелких деталей моющими составами в ваннах с генераторами ультразвуковых колебаний (свыше 20 тыс. Гц). При распространении ультразвуковых волн происходят сжатие и разрежение с ультразвуковой частотой и на поверхности детали происходит явление кавитации. В очагах разрежения жидкость вскипает, и под действием резкого возрастания давления в каждой из точек загрязнения разрушаются.

При очистке деталей моющими составами весь процесс может быть механизирован и даже автоматизирован. Составы моющих растворов чрезвычайно



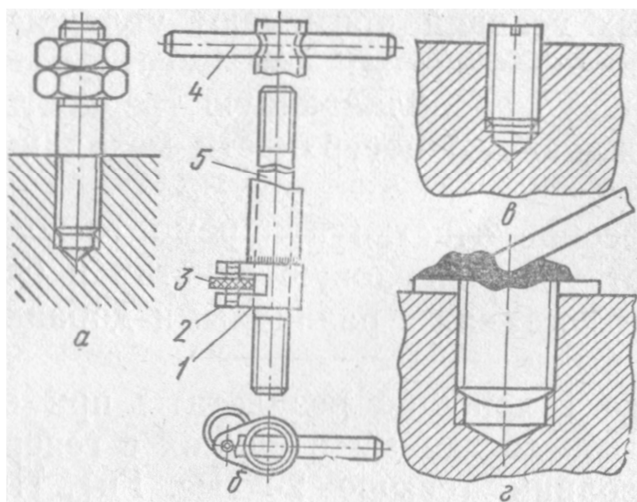
разнообразны, и в число их компонентов могут входить: омыляющие вещества, осадители, коагулянты, ингибиторы коррозии, флотационные составляющие и пр. При очистке деталей широко применяют трихлорэтилен. Для удаления отложения в виде лаковых пленок обезжиренные детали погружают в ванну с нагретой до 70—80 °С скрезольной жидкостью или смесью 10 %-ного раствора едкого натра и этилцеллозольва и пр. После удаления лаковой пленки детали промывают горячей водой. Маслопроводы промывают горячим 5 %-ным раствором тринатрийфосфата, прогоняют через них пыжи и промывают горячей водой.

### Разборка.

При разборке используют поддоны, стеллажи, козлы и набор механизированного инструмента, в основном совпадающего с перечнем инструмента, применяемого на монтажных и сборочных работах. При разборке используют ключи под размер гаек, без удлинителей, разводные ключи применять не рекомендуется. Некоторые узлы не подлежат разборке: например, паяные узлы, сопряженные детали на прессовых посадках в случае их допустимого износа до следующего ремонта (упорные кольца на валах, ступицы колес с зубчатыми венцами и т. д.).

Детали при разборке группируют, как описано было выше, причем группировку можно проводить как после очистки, так и до нее. При механизации процессов очистки, мойки и сушки практикуют сбор деталей одного вида или ряда деталей примерно одной массы или одинаковых габаритов в контейнеры или в поддоны.

В процессе разборки детали также маркируют или клеймят для обозначения их взаимного положения и места в сборочной единице или комплексе. Обязательному клеймению подлежат все невзаимозаменяемые детали и детали с индивидуальной сборочной подгонкой, хорошо приработавшиеся и не выработавшие ресурса детали, которые могут проработать еще один межремонтный период. Маркировку выполняют кернами, стальными клеймами и краской на поверхности смежных деталей так, чтобы при сборке обозначения были расположены рядом и хорошо видны.



**Рис. 10.2. Приемы вывинчивания шпилек крепежа:**

*а — с помощью двух законтренных гаек; б — специальным ключом: 1 — корпус; 2 — ось; 3 — рифленый ролик; 4 — вороток; 5 — шпилька; в — посредством шлица под отвертку; г — с помощью приварного прутка*

При затруднениях в отвинчивании узлы с резьбовыми соединениями в неотвественных местах (по причине коррозии резьбы) отмачивают в керосине,

слегка нагревают или ударяют слесарным молотком, не повреждая резьбы. Шпильки вывинчивают и завинчивают специальными ключами или с помощью двух законтренных гаек (рис. 10.2.). Каждую гайку разобранного резьбового соединения прогоняют по резьбе, чтобы убедиться в том, что при сборочных работах можно будет обеспечить необходимую затяжку.

При демонтаже неисправных подшипников качения необходимо помнить, что все дефектные подшипники подлежат обязательной сдаче для восстановительного ремонта на специализированных заводах. Поэтому демонтаж дефектных подшипников необходимо проводить, не повреждая деталей подшипника, так же аккуратно, как и пригодных к работе.

## **10.2. РЕМОНТ ФУНДАМЕНТОВ И КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ.**

### **Ремонт фундаментов.**

В процессе эксплуатации может происходить осадка фундаментов, которая увеличивается при их обводнении. В первые годы эксплуатации осадка происходит быстрее, а затем постепенно затухает. Осадка фундаментов, особенно если она неравномерна, отрицательно сказывается на работе компрессоров, поэтому фундаменты систематически осматривают. При осмотре выявляют трещины, сколы, замасливание, определяют величину и характер осадки фундамента, а также параметры вибрации колонн рамных фундаментов. Характер осадки и ее величину определяют по изменению высотных отметок реперов фундамента по отношению к общей системе реперов здания и предприятия. При обнаружении трещин устанавливают гипсовые маяки на расстоянии 5—10 см от их концов для наблюдения за увеличением раскрытия трещины. Развитие трещин также отмечают краской. При выявлении замасливания фундамента выясняют и устраняют причины появления протечек масла.

При измерении параметров вибрации элементов фундамента в случае увеличения амплитуды колебаний выясняют и устраняют причины появления повышенной вибрации. Одновременно с фундаментами осматривают все закладные металлические детали, опоры и конструкции, доступные осмотру. При ремонте фундамента запрещается пробивать отверстия, обрезать арматуру и выполнять какие-либо другие работы, которые могут привести к уменьшению жесткости и прочности фундамента. Большинство машин современных холодильных установок хорошо уравновешены, и при ремонте фундамента ограничиваются удалением потеков масла, поправкой штукатурки покраской.

Одновременно с осмотром фундамента проверяют прилегание к фундаменту и горизонтальность укладки рамы и затяжку фундаментных болтов. При ремонте поврежденной подливки или фундамента, обрыве фундаментного болта компрессор демонтируют. Старую подливку и часть бетона разбивают пневматическим молотком и удаляют. После удаления старой подливки на бетоне делают насечку в виде канавок глубиной 15—20 мм через 40—50 мм. При ремонте массива фундамента кроме насечки через 50—70 мм сверлят отверстия глубиной до 150 мм, а оголившуюся арматуру обезжиривают. В отверстие вставляют стержни арматуры с загнутыми концами в виде колец.

До бетонирования фундамент длительное время смачивают водой. Бетон укладывают непрерывно. Подливку выполняют также, как и при монтаже. Для защиты фундамента после высыхания бетона верхнюю часть его покрывают маслостойкой краской в 2—3 слоя или пропитывают троекратно раствором жидкого стекла (1 часть жидкого стекла на 4 части воды). Через 24 ч невпитавшуюся жидкость удаляют влажной тряпкой. При обрыве фундаментного болта машину демонтируют, удаляют бетон и удлиняют болт путем присоединения верхней части с нарезкой резьбы под гайку с помощью соединительной втулки с последующей ее обваркой или резьбовой муфты.

Характерным дефектом рамы является трещина на нижней и боковой частях. Трещину заделывают, как указывалось выше: накладкой с глухими болтами, сваркой с соответствующей подготовкой трещины, постановкой ввертышей по сверловке трещины.

### **Ремонт корпусных деталей.**

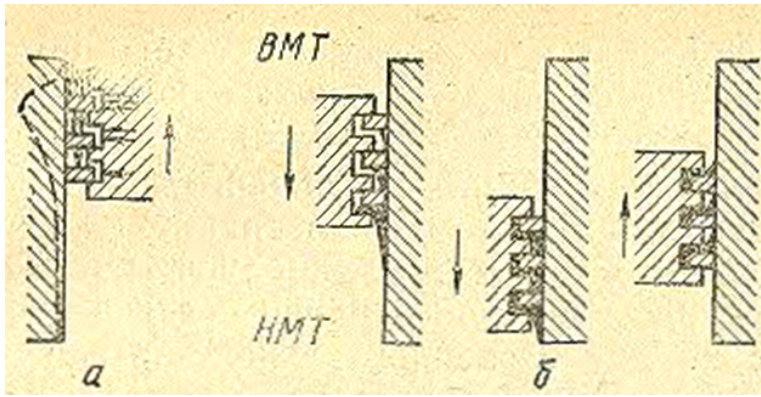
Дефекты корпусных деталей являются следствием проявления с течением времени или под воздействием знакопеременных нагрузок дефектов металлургического характера, а также последствиями неправильной сборки или многократных сборочно-разборочных операций в местах посадки.

Характерными дефектами корпусных деталей являются трещины водяных рубашек, выкрашивание или забоины резьбы в отверстиях, искажение формы и увеличение размеров гнезд подшипников, дефекты на уплотнительных поверхностях. Для выявления трещин водяные рубашки испытывают гидравлически. Трещины заваривают, паяют латунию или заделывают смолами или герметиками. Дефекты посадочных мест подшипников выявляют осмотром и обмером штихмассом или индикаторным нутромером и ремонтируют расточкой и запрессовкой втулок. При небольших износах используют чеканку, смолы или герметики.

Отверстия с поврежденной резьбой рассверливают и нарезают резьбу большего диаметра. Для сохранения размеров сопряженных деталей изготавливают ступенчатую шпильку. Повреждения уплотнительных поверхностей устраняют слесарными операциями — опиловкой, зачисткой шабером или абразивным полотном и притиркой.

### **10.3. РЕМОНТ ЦИЛИНДРОВ И ДЕТАЛЕЙ ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ.**

Повышенный расход масла, его загрязнение свидетельствуют о повышенном износе поршневых колец или цилиндра. При профилактическом осмотре и текущем ремонте детали поршневой группы и цилиндры осматривают и проводят измерения. Характер износа деталей определяется условиями работы и типом машины. В горизонтальных машинах больше изнашивается нижняя часть цилиндра, в вертикальных и V-образных — по образующей цилиндра в плоскости, перпендикулярной оси вала. Истирающее действие поршневых колец увеличивается по мере движения поршня к верхней мертвой точке (рис. 10.3., а) и в случае ухудшения смазки.



**Рис. 10.3. Характер износа цилиндра (а) и насосное действие поршневых колец (б)**

В результате попадания в цилиндр твердых предметов: окалины, песка, обломков пластин клапанов или заклинивания поршня—появляются риски, задиры и наблюдается наволакивание металла на зеркало. Причиной заклинивания поршня могут быть: недостаточный тепловой зазор в замке поршневого кольца по канавке, отсутствие смазки, повышение температуры сжатия, недостаточный первоначальный зазор в замке между поршнем и цилиндром, перекося поршня относительно оси цилиндра.

### **Ремонт цилиндров.**

*Характерными дефектами цилиндров являются*

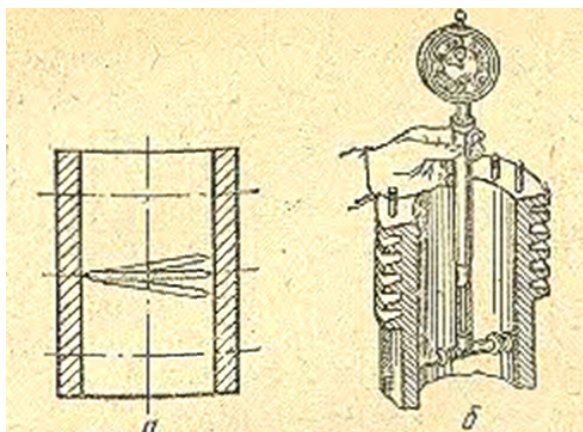
- отклонение от цилиндричности (овальность, конусность),
- увеличение диаметра цилиндра из-за механического износа,
- повреждения рабочей поверхности цилиндра (зеркала),
- а также повреждения уплотнительных поверхностей и резьбовых отверстий в блоке цилиндров.

Увеличение диаметра определяют как разность наибольшего диаметра в месте износа цилиндра и номинального диаметра, овальность — как разность диаметров в одном и том же сечении, конусность — как разность диаметров, расположенных в одной плоскости вдоль оси цилиндра, но взятых в двух сечениях.

Овальность и конусность обусловлены неравномерным усилием шатуна (в бескрейцкопфных компрессорах), направленным под углом к оси цилиндра, а также увеличением давления поршневых колец на цилиндр по мере движения поршня к верхней мертвой точке (см. рис. 10.3,а). При дефектации проверяют неплоскостность привалочных поверхностей, состояние уплотнительных поверхностей гнезд клапанов и состояние водяных полостей (наличие накипи). Особое внимание обращают на состояние рабочей поверхности цилиндра (зеркала цилиндра). Измерения цилиндра проводят в трех поясах: в средней части и на расстоянии 20 мм от краев цилиндра или его гильзы штихмассом или индикаторным нутромером (рис. 10.4, а). Во время измерений штихмасс слегка покачивают и записывают наименьшее значение (рис. 10.4,б). Следует учитывать то, что индикатор показывает отклонение от установленного размера.

Трещины в водяных рубашках обычно обнаруживают в процессе эксплуатации. При подозрении на трещину в водяной рубашке проводят гидравлическую опрессовку (давлением не более 0,4 МПа) в течение 5 мин, причем

предполагаемые места появления трещин очищают от краски и грунтовки до металлического блеска.



*Рис. 10.4. Измерение диаметра цилиндра штихмассом (а) и индикатором-нутромером (б).*

Появление трещин во фланце крепления цилиндра к блоку компрессора возможно из-за неравномерной затяжки гаек крепления или перенапряжений в металле из-за нарушения температурного режима во время работы компрессора.

Повреждения торцевых поверхностей, сопрягаемых с ложной крышкой, исправляют путем зачистки, заправки баббитом и притирки торца. Протачивание торца допускают только в случае возможности соблюдения номинальной линейной величины мертвого пространства. Трещины в перемычках между клапанными гнездами в блоках цилиндров, в цилиндрах и в водяных рубашках устраняют сваркой с последующей термообработкой для снятия внутренних напряжений и испытанием давлением по нормам завода-изготовителя. Трещины в водяной рубашке также паяют латунью или заделывают эпоксидными смолами с постановкой заплат из стеклоткани.

Для устранения овальности и конусности цилиндры и блоки цилиндров растачивают на расточных и на токарно-карусельных станках.

Для повышения точности обработки и уменьшения шероховатости применяют доводочную операцию — хонингование на специальном станке абразивными брусками.

При обнаружении коробления или других повреждений поверхности подвергают шабрению и притирке. Равномерность прилегания крышек к корпусу или цилиндру проверяют щупом при полностью затянутых шпильках. Проверяют также состояние резьбы на гайках и шпильках.

При каждом осмотре и ремонте проверяют состояние полостей цилиндра и очищают их от нагара, накипи и следов коррозии.

Очистку водяных полостей от отложений солей (накипи) производят химическими методами с учетом характера отложений. Карбонатные отложения очищают 10 %-ным раствором соляной кислоты с добавками ингибиторов. Раствор заливают в очищаемые полости и выдерживают там в течение 3 ч. Контроль за интенсивностью прохождения реакции проводят по выделению пузырьков диоксида углерода в верхней части. После очистки раствор сливают, полость промывают водой, а затем пассивируют. Сульфатные и силикатные отложения удаляют нагретыми до 60—80 °С щелочными растворами. Продолжительность обработки до

20 ч. Шлам после обработки удаляют водой. В качестве реагента используют 10 %-ый раствор каустической соды или 3—5 %-ый раствор тринатрийфосфата.

Ремонт поршней. При износе поршня уменьшается его диаметр, появляются отклонения от цилиндричности (овальность и конусность), трещины, задиры и риски на рабочих поверхностях поршня, увеличиваются размеры канавок для поршневых колец, увеличивается и искажается форма отверстий в бобышках для поршневых пальцев в тронковых поршнях, повреждаются привалочные поверхности в дисковых.

Для контроля износа щупом при снятых поршневых кольцах измеряют зазоры между поршнем и цилиндром в верхней и нижней мертвых точках. Разность замеренных зазоров не должна превышать 0,05—0,07 мм.

### **Ремонт поршней и поршневых колец.**

При правильной установке и работе поршня его геометрическая ось совпадает с осью цилиндра. Такое положение обеспечивает наименьший износ поршня и экономичную работу компрессора.

*Основные дефекты поршня:*

- уменьшение наружного диаметра,
- увеличение ширины канавок под поршневые кольца,
- увеличение диаметра отверстия под поршневой палец.

В поршнях бескрейцкопфных компрессоров возникает овальность боковой поверхности. Первая поршневая канавка в результате ухудшения смазки в конце хода поршня, как правило, подвергается наибольшему износу.

Любые перекосы механизма движения вызывают усиленный износ поршней, поэтому очень важно контролировать зазоры, определяющие центровку поршней.

Радиальные зазоры замеряют специальными щупами в четырех направлениях со сдвигом 90° при положении поршня в верхней и нижней мертвых точках. Зазоры должны обеспечивать свободное движение нагретого поршня с учетом необходимой толщины масляного слоя на зеркале цилиндра. Недостаточный зазор может привести к заеданию поршня с обрывом шатунных болтов, изгибом вала и шатунов. Нормальный радиальный зазор между поршнем и цилиндром должен находиться в пределах от 0,001 до 0,0015 внутреннего диаметра цилиндра.

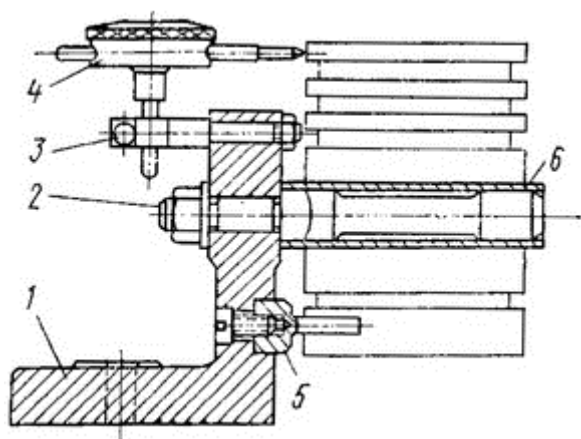
Износ поршня вызывает стуки в цилиндре, уменьшение производительности компрессора, увеличение уноса масла и повышение температуры нагнетания.

В бескрейцкопфных машинах истиранию подвергается направляющая часть поршня — юбка. При ее значительном износе поршень меняют.

Наибольшему износу подвергаются поршневые кольца. При ревизии проверяют состояние поверхности поршня, крепление его на штоке или шатуне. Изношенные или поврежденные кольца подлежат замене.

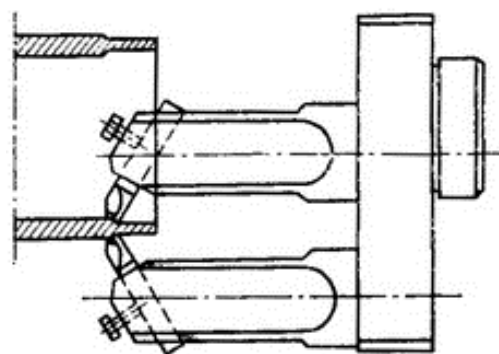
Поршневые кольца изготавливают из перлитного чугуна с высокими упругими свойствами. Их нарезают из эллиптической чугунной отливки—маслоты. Замок поршневого кольца подвергают термической обработке при температуре около 600°C не менее 40 мин, после чего кольца охлаждают в горячем масле. Для увеличения срока службы кольца покрывают пористым хромом и размагничивают.

Перед надеванием поршневых колец их осматривают, заусеницы и забоины удаляют напильником. Острые кромки колец слегка закругляют. В таком виде они меньше соскабливают смазку. Проверенные и подогнанные кольца устанавливают в заранее отремонтированные канавки. Приспособления для контроля поршня, обработки маслота и нарезки ее на кольца показаны на рис. 10.5 – 10.7. Для установки и снятия поршневых колец применяют специальные приспособления. После установки колец с помощью щупа проверяют торцевые зазоры по канавкам. Они не должны превышать 0,05 мм. Новые поршневые кольца при обкатке машины следует прирабатывать.



**Рис. 10.5. Приспособление для контроля поршней:**

1 — корпус, 2 — палец, 3 — зажим, 4 — индикатор, 5 — призма, 6 — сменная втулка

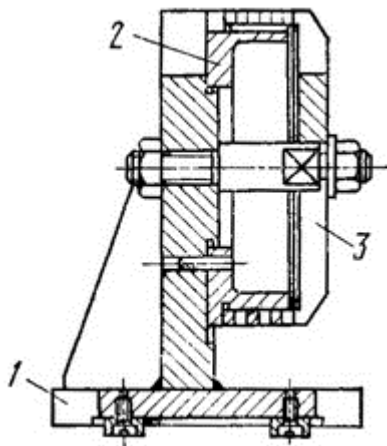


**Рис. 10.6. Двухрезцовая державка для одновременной расточки и обточки маслота**

Овальный износ цилиндров горизонтальных компрессоров возникает в основном в результате истирания его нижней части поршнем провисающем на штоке под действием собственного веса. При этом вырабатывается и сам поршень. Для уменьшения износа нижнюю часть поршня заливают баббитом.

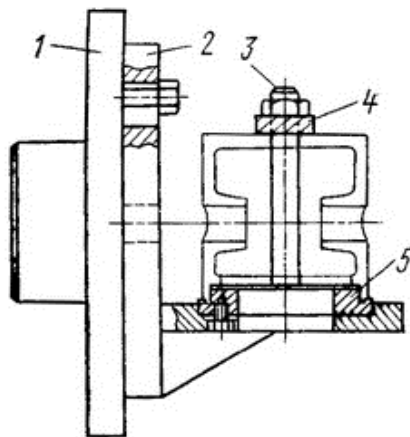
Наплавку баббитовых поясов применяют и при ремонте шейных бескрейцкопфных компрессоров.

При выработке втулок поршневого пальца или появлении повышенных зазоров, сопровождающихся стуком, проводят тонкую расточку втулки под палец большего диаметра. Сверло или развертка должны быть такой длины, чтобы оба отверстия втулки были обработаны за один проход. Это позволяет избежать перекоса поршневого пальца. Приспособление для расточки отверстия под поршневой палец показано на рис. 10.8.



**Рис. 10.7. Фрезерное приспособление для  
разрезания поршневых колец:**

1 — корпус, 2 — сменный вкладыш, 3 — прижимная шайба



**Рис. 10.8. Приспособление для обработки  
отверстия под поршневой палец:**

1 — корпус приспособления, 2 — подвижная каретка, 3 — шпильки, 4 — планка крепления, 5 — сменный вкладыш

## 10.4.РЕМОНТ МЕХАНИЗМА ДВИЖЕНИЯ

### Ремонт штоков и крейцкопфа.

Наиболее изнашиваемая часть штока — трущаяся поверхность в сальниковой камере. Недостаточная смазка, попадание продуктов износа, радиальное биение, сильная затяжка пружин в сальнике, неравномерный износ его колец — все эти причины при большом количестве циклов движения штока приводят к его износу.

Продукты износа внедряются в относительно мягкие материалы на основе капролона, политетрафторэтилена и других полимеров и превращаются в своеобразное наждачное полотно. При большом биении и высокой шероховатости поверхности штока его износ ускоряется и появляются пропуски хладагента. Наибольший износ штока наблюдается в зоне работы первых колец сальника, работающих под наибольшим давлением. К другим возможным дефектам следует отнести деформацию или срыв резьбы под поршневую гайку, повреждение конической поверхности, входящей в крейцкопф, забоины на упорном буртике и изгиб штока (например, после гидравлического удара).

До разборки измеряют биение штока в пределах хода поршня. Отклонение от округлости и отклонение профиля продольного сечения (в пределах рабочей части) не должны превышать 0,15 мм.

Риски и задиры устраняют с помощью абразивного полотна вручную или при вращении штока в центрах токарного станка с обжатием деревянными колодками (с полотном или абразивным порошком и маслом). Правильную геометрическую форму восстанавливают на круглошлифовальном станке. За базу берут неизношенные поверхности. После шлифования шероховатость рабочей поверхности снижают полированием до  $R_a$  0,100 мкм. Резьбы на штоке проверяют резьбовыми калибрами. При повреждении резьбы шток подлежит замене. Изгиб оси штока проверяют на контрольной плите с последующей правкой штока на винтовом прессе. При повреждении притертых опорных поверхностей па них появляются светлые пятна, устраняемые притиркой.



О характере дефектов крейцкопфного узла во время работы компрессора судят на слух (появление характерного стука при ослаблении посадки пальца) и на ошупь (нагрев выше нормы при плохой смазке или сборке). На крейцкопфе выявляют трещины, проверяют состояние разборных соединений и отверстия для установки пальца, определяют износ баббитовой заливки, наличие регулировочных подкладок у башмаков, измеряют зазоры между верхним башмаком и направляющей.

Корпус крейцкопфа и детали соединения со штоком заменяют при обнаружении усталостных трещин, возникающих чаще всего в местах концентрации напряжений – в галтелях и у буртов. Другие дефекты (отсутствие галтели, царапины, вмятины) устраняют опиливанием и шабрением, галтели шлифуют. При ремонте по следам краски проверяют плотность прилегания опорных поверхностей муфты к бурту корпуса и гайке.

Необходимость ремонта башмаков крейцкопфа определяется состоянием их баббитового слоя. Их перезаливают при толщине слоя менее 1.5...2.0 мм, появлении поверхностных трещин, отслоении баббита от тела башмака.

Прилегание рабочих башмаков крейцкопфов к направляющим должно быть равномерным и при проверке на краску составлять на каждом квартале 25/25 мм не менее 6 пятен касания, при этом общая площадь прилегания должна быть не менее 60% проверяемой поверхности, а прилегание нерабочих башмаков – не менее 4 пятен касания на квадрате 25/25 мм. Баббитовая заливка башмаков по концам должна иметь клиновые скосы, маслопроводные пазы не должны доходить до ее краев.

### **Ремонт коленчатого вала.**

В результате эксплуатации компрессора происходит неравномерный износ коренных и шатунных шеек вала. Шатунные шейки изнашиваются быстрее коренных, т. к. эти шейки испытывают равномерные нагрузки за один оборот вала. Идет износ по овальности шеек и конусности. Эти износы нарушают нормальную работу машины.

Ремонт валов начинается сегодефектации.

Валы освобождают от всех деталей, поверхности промывают и просушивают. Масляные каналы валов очищают и проверяют проходимость каждого участка путем продувки сжатым воздухом.

Чистота сопрягаемых деталей определяется визуально, устраняют дефекты шлифованием и полирование шеек на станках или вручную.

Усталостные трещины и изломы появляются при перегрузках механизмов и авариях. Трещины появляются в местах концентрации напряжений - галтелях, у смазочных отверстий, шпоночных пазах. Трещины определяют осмотром через лупу и дефектоскопией. Валы с трещинами и другими дефектами бракуют.

Овальность и конусность выработки шеек определяют микрометром, индикаторной скобой или штангенциркулем. Измерения выполняют не менее чем в 2-х взаимно перпендикулярных плоскостях на расстоянии 10-15 мм от галтелей или торца вала.

Размер восстановленной отполированной шейки выдерживают с учетом очередного ремонтного размера.

Предельное уменьшение диаметра шеек вследствие их износа и обработки не должно превышать 6% их номинального размера.

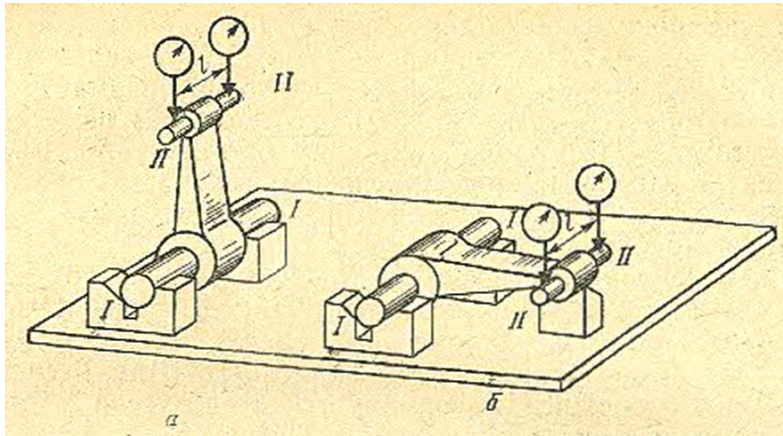
Перед всеми ремонтными операциями коленвалов необходимо тщательно очищать от загрязнений центровые отверстия и проверять их правильность по шаблону.

Изгиб коленчатого вала исправляют холодной правкой под прессом, а при небольших искривлениях — до 0,3 мм местным наклепом щек. При правке вал нагружают так, чтобы он прогнулся в сторону, обратную искривлению на величину, превышающую фактическую величину искривления. После выдержки под нагрузкой 1—2 мин проверяют на биение все шейки и при необходимости повторяют правку, увеличив стрелу упругого прогиба. Метод наклепа основан на расчеканке внутренней поверхности щек, сопровождающейся благодаря пластичности металла небольшим изгибом вала в направлении, обратном искривлению. Наклёп проводят пневматическим молотком.

### Ремонт шатунов.

К основным дефектам шатуна следует отнести появление усталостных трещин (выявляется дефектоскопией), выработку или ослабление посадки подшипниковой втулки, износ и повреждения плоскости разъема шатуна и опорных поверхностей, искривление или скручивание стержня шатуна и засорение масляных каналов. Износ подшипника верхней головки шатуна определяют щупом по зазору между пальцем и втулкой. В случае замены подшипника новую окончателную расточку втулки проводят после запрессовки ее в головку шатуна. Причиной износа отверстий в головках шатунов под втулку и вкладыши может быть недостаточный натяг в сопряжении. Втулки и вкладыши при работе компрессора проворачиваются, и износ отверстия увеличивается; при этом не только увеличивается диаметр отверстия, но и искажается его геометрическая форма. Износ измеряют индикаторными нутромерами. Отверстия верхних головок растачивают или развертывают и запрессовывают втулки с увеличенным наружным диаметром. Изношенные отверстия нижних головок шатунов восстанавливают фрезерованием плоскости разъема и последующим растачиванием отверстия до номинального размера. Параллельность образующих расточки и плоскости разъема проверяют на плите с помощью индикатора.

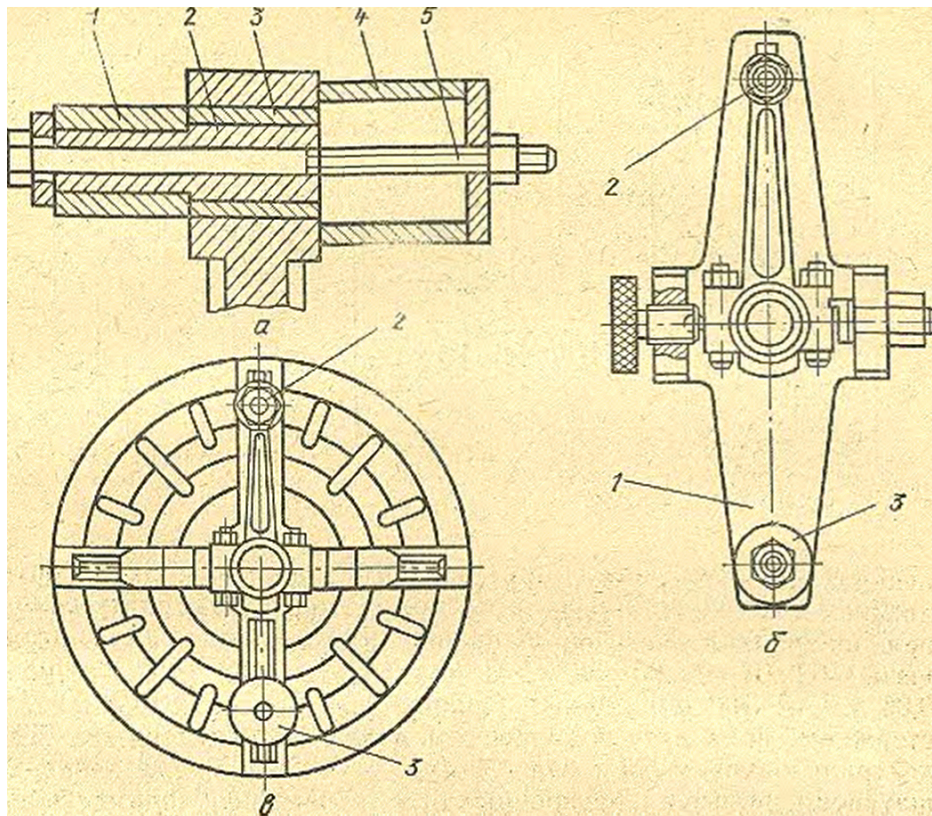
Проверку на скручивание проводят, выставив шатун в сборе с оснасткой в форме пальца и шейки вала на поверочной плите с помощью индикатора и отвеса. Изгиб шатуна определяют по совпадению отвеса с плоскостью осей болтов шатуна при выставленном вертикально шатуне или измеряют индикатором непараллельность осей отверстий (рис. 10.10) по оснастке, заменяющей палец и вал («фальшпалец» и «фальшвал»). Предельная непараллельность осей головок шатуна не должна превышать 0,02 мм на 100 мм, а неплоскостность осей (скручивание) 0,06 мм на 100 мм длины. Правку шатунов с искривленным стержнем проводят под прессом в холодном состоянии. При централизованном ремонте однотипных машин для проверки шатунов используют поверочные стенды. При необходимости замены шатунов проверяют их массу. Разновесность шатунов не должна превышать 3 % номинального значения массы шатуна.



**Рис. 10.10. Схема проверки  
непараллельности:**

(а) и перекоса (б) осей шатуна  
индикаторами относительно  
поверочной плиты: I—I, II—II — оси; l  
— заданная длина

Повреждения на плоскости разъема шатуна или крышки устраняют шабровкой с проверкой по краске. При этом проверяют параллельность плоскостей разъема образующей поверхности отверстия нижней головки. Таким же образом исправляют опорные поверхности шатуна под головку и гайку болта с проверкой шупом и на краску. Расточку головок шатуна выполняют в приспособлениях на токарных станках (рис. 10.11).



**Рис. 10.11. Приспособления, применяемые при ремонте шатунов:**

а — для выпрессовки. втулок: 1 — новая втулка; 2 — направляющая втулка; 3 — изношенная втулка; 4 — опорная втулка; 5 — стяжной болт; б, в — для расточки головок шатуна в колодке (б) и планшайбе (в): 1 — колодка; 2 — крепление головки шатуна; 3 — противовес

## 10.5. РЕМОНТ ПОДШИПНИКОВ И УПЛОТНИТЕЛЕЙ.

Износ подшипников скольжения приводит к увеличению радиального зазора между шейкой вала и вкладышем подшипника. Через увеличенный зазор вытекает масло, нарушаются жидкостное трение и режим работы подшипника. Износ подшипников вызывает опускание вала, нарушение его горизонтальности и соосности с подшипниками. В свою очередь это усиливает износ как подшипников, так и шеек вала.

При ревизии подшипников перед ремонтом проверяют: величину зазора между валом и подшипником; плотность прилегания вала к поверхности подшипника; отсутствие трещин в баббитовой заливке и ее отставание; толщину слоя баббитовой заливки.

Масляный зазор должен составлять 0,001—0,0012 диаметра вала. При увеличении зазора в разъемных подшипниках часть регулировочных прокладок удаляют и вновь пришабривают подшипник по валу. Регулируют зазор по предварительно отшлифованной шейке вала.

**Ремонт подшипников скольжения** заключается в перезаливке и восстановлении баббита вкладышей. Недоброкачественная обработка вкладыша перед заливкой, пережог баббита, заливка в необезжиренный или нелуженный вкладыш приводят к отставанию слоя баббита или к трещинам в нем. Старый баббит выплавляют в горне или паяльной лампой. Для этого вкладыш нагревают до температуры около 250° С и легкими ударами деревянного молотка выбивают оплавившуюся изнутри заливку. Далее поверхность вкладыша тщательно зачищают шабером или металлической щеткой, обезжиривают в горячем растворе щелочи, промывают, сушат и протравливают кислотой для удаления окислов.

Вкладыши с канавками не лудят, гладкие вкладыши для надежного сцепления с баббитом следует подвергнуть лужению. Подготовленные к заливке вкладыши собирают в форму, подогревают до 200—250° С и ровной непрерывной струей заливают в них баббит. Лучшие результаты дает центробежный способ заливки подшипников. После охлаждения вкладыши обтачивают на токарном станке и подгоняют по шейке вала шабрением. Для контроля правильности шабрения шейку вала покрывают краской и несколько раз поворачивают наложенный на нее подшипник. Баббит, покрывшийся пятнами краски, снимают шабером. Шабровку заканчивают тогда, когда не менее 25÷30% рабочей поверхности вкладыша равномерно покрывается пятнами краски. Раковины, отколы и несквозные трещины в баббите устраняют наплавкой баббита такой же марки.

**Подшипники качения** не ремонтируют. Ремонт узла шейки вала с подшипником качения заключается в демонтаже подшипника, ремонте шейки и сборке узла. Если при осмотре подшипника качения обнаруживают его подработку, задиры на беговых дорожках, шариках или роликах, повреждение или подработку места посадки, увеличенные зазоры между телами качения и обоймами, то подшипник заменяют. Подшипники качения демонтируют с вала с помощью специальных прессов или съемников.

Длительность нормальной работы подшипника зависит от качества сборки узла и его установки. На местах посадки подшипника должны быть тщательно удалены заусеницы, забоины, царапины.

Перед установкой подшипники качения промывают в смеси бензина с маслом и сушат на чистой бумаге. Сочленение обоймы подшипника с валом производится одной из неподвижных посадок с натягом. Подготовленный подшипник в течение 15—20 мин разогревают в масляной ванне при температуре 60—90° С и легкими ударами деревянного молотка или нажимом устанавливают на место. Посадку подшипников производят с помощью различных приспособлений.

### **Ремонт уплотнения штоков.**

Надежность работы сальника и долговечность его деталей зависят от качества обработки поверхности штока или его износа и пригонки к его поверхности сегментов уплотнительных колец, от качества сборки компрессора (нарушение соосности, повышенное биение штока), от качества сборки сальника (несоблюдение рекомендованных радиальных и осевых зазоров, нагрев из-за перекоса предсальника при неравномерной затяжке болтов крышки), количества и давления смазки и от чистоты сжимаемого газа в разомкнутых холодильных циклах (износ штока из-за внедрения в полимерные кольца окалины, частиц кокса и других твердых включений).

При ремонте элементов сальника обращают внимание на следующие моменты: одновременную притирку сегментов и секторов одного кольца в одной оправке; подгонку поверхностей уплотнения по предварительно выверенному и отшлифованному штоку; проверку плотности подгонки торцевых плоскостей камер керосином; проверку качества пришабривания колец к штоку щупом 0,03 мм и па краску (суммарная площадь пятен не менее 80 % площади всей поверхности); выдерживание суммарного осевого, зазора между стенкой камеры и кольцами 0,03— 0,05 мм (его определяют щупом между торцом камеры и лекальной линейкой).

Взаимное расположение деталей и зазоры при сборке после ремонта выдерживают по рекомендациям и маркировке завода- изготовителя. После сборки сальника его тщательно прирабатывают на холостом ходу с обильной смазкой и постоянным контролем за нагревом. В процессе приработки штоки рекомендуются натереть дисульфидом молибдена.

### **Ремонт уплотнений бескрейцкопфных холодильных компрессоров.**

В бескрейцкопфных компрессорах для уплотнения вращающегося вала применяют торцевые уплотнения. Основные дефекты сальника — износ подвижных и неподвижных колец, пружин, уплотнительных эластичных колец, а в торцевых уплотнениях с сильфоном— трещины сильфона и неплотности в местах его приварки или пайки. Все эти дефекты приводят в итоге к одной неисправности компрессора — неплотности сальника и утечке масла или хладагента.

Причиной пропусков масла и хладагента может быть биение вала (не более 0,02 мм), осевое биение притертых поверхностей, их непараллельность, износ, неисправности системы смазки, снижение уровня масла в сальнике и ослабление

пружин. Ремонт заключается в замене деталей, проверке упругости пружин, притирке неподвижных и подвижных колец.

Износ стальных и графитовых колец проявляется в виде рисок, сколов, трещин, наволакиваний баббита на притертых поверхностях, уменьшении толщины колец, неплоскостности стальных колец вследствие коробления. Риски и наволакивание устраняются притиркой, а глубокие риски на стальных кольцах предварительно шлифуют. Графитовые кольца толщиной менее 2 мм и покоробленные стальные кольца бракуют. Непараллельность плоскостей трения в сборе не должна превышать 0,05 мм на 100 мм радиуса, неплоскостность — не более 0,008 мм. Шероховатость поверхностей трения после притирки должна быть не более  $R_a$  0,05 мкм, а при доводочной притирке не более  $R_a$  0,025 мкм. Проверка качества притирки проводится профилометрами, интерферометрами или микроскопами при сравнении колец с контрольными образцами. При сравнении качества обработки необходимо помнить, что образец должен быть выполнен из того же материала и обработан тем же методом.

Фторопластовые и резиновые кольца и прокладки бракуют при потере эластичности, появлении трещин и надрывов. Прокладки и кольца при ремонте заменяют.

Основными дефектами пружин являются трещины, риски и потеря упругости.

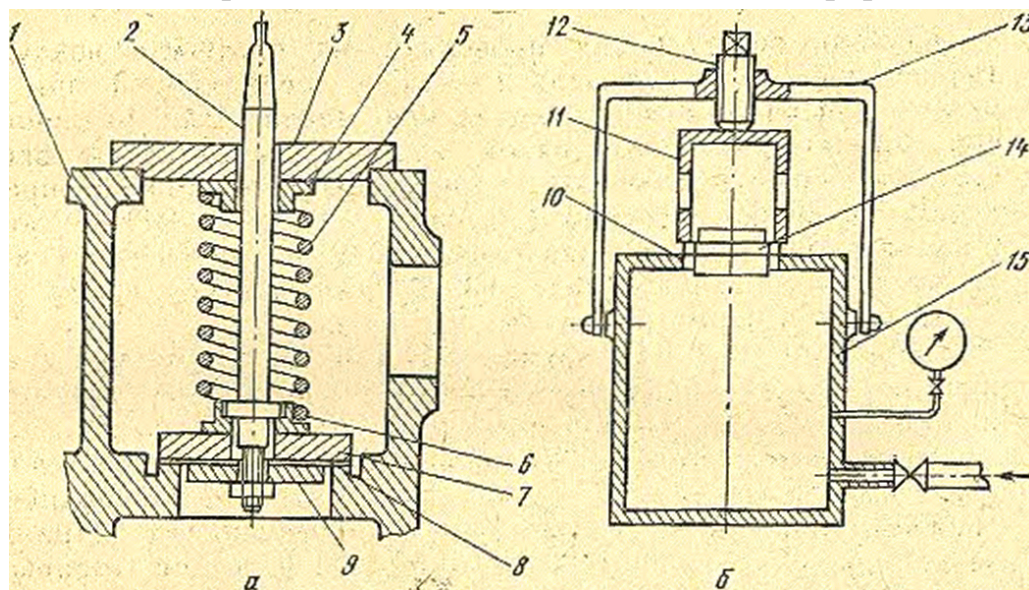
После ремонта и сборки сальники проверяют на работающем компрессоре по пропуску масла. Предельный пропуск для поршневых компрессоров 10 капель в час.

## 10.6. РЕМОНТ КЛАПАНОВ.

К клапанам холодильных компрессоров предъявляют ряд требований: возможно большее проходное сечение, малое сопротивление, прямолинейность потока хладагента, минимально возможное увеличение мертвого объема цилиндра, обеспечение герметичности, простота конструкции, обеспечивающая повышение надежности, снижение силы удара замыкающего органа (пластина) путем уменьшения ее массы и высоты подъема пластины.

О появлении дефектов в клапанах можно судить по уменьшению производительности. Наиболее характерными признаками неисправности клапанов являются также перегрев цилиндра по сравнению со смежными и появление резкого стука в нем. Дефектацию притертых уплотнительных поверхностей седел, розеток, клапанных досок, ложных крышек, а также буферных и клапанных пружин проводят в основном при среднем ремонте компрессора. Пригодность клапанов к дальнейшей эксплуатации проверяют при текущих ремонтах, а также при осмотрах. Основные дефекты притертых поверхностей — эрозия, абразивный износ, наклеп. Возможна деформация клапанных досок от остаточных напряжений в материале. Контроль при разборке проводят визуально и по краске на поверочной плите. В зависимости от величины износа ремонт проводят притиркой или тонким точением, шлифовкой с последующей притиркой (рис. 10.12, а). При осмотре пластин клапанов всех типов обращают внимание на равномерность прилегания (что видно по приработанным участкам — темные пятна нагара в местах прохода паров), усталостные трещины, коробление, коррозию и истирание. Передвигая пластины

без нажима по краске на контрольной плите, получают картину пятен, характеризующих плотность прилегания. Исправные пластины после работы в клапане имеют по периметру четко выраженные пояски уплотнения. Пояски уплотнения имеют зеркальный блеск без матовых следов прорыва хладагента.



**Рис. 10.12. Приспособления для притирки посадочной поверхности в блоке цилиндров под клапан (а) и для проверки плотности клапана воздухом на утечку (б):**

1 — блок цилиндров; 2 — шпindelь оправки с конусом Морзе; 5—фланец» 4, 6 — втулки; 5—пружина; 7, 9— шайбы; 6 — наждачное полотно; 10 — прокладка; 11 —нажимной стакан; 12 — винт; 13 — откидная скоба; 14 — клапан; 15— емкость

Уплотнительные поверхности притирают на специальных станках в два приема: микропорошками на индустриальном масле и пастами ГОИ на керосине. Всякий раз поверхность плиты промывают и протирают насухо. При ручной притирке деталь в оправке перемещают по предварительно выверенной притирочной плите зигзагообразными движениями («восьмеркой») или спиральными и круговыми движениями, периодически поворачивая деталь вокруг оси.

Седла пяточковых клапанов притирают специально изготовленными притирами из материала меньшей твердости, чем корпус клапана. После притирки на пастах ГОИ детали притирают до зеркального блеска на чистом масле. По месту притирают детали только после притирки на притирочной плите или станке.

При дефектации пластин неплоскостность полосовых пластин (желобчатость) не должна превышать 0,03 мм, а кольцевых (коробление)—0,05 мм для компрессоров с ходом поршня 66 мм и 0,1 мм для компрессоров с ходом поршня 82 мм. Кромки пластин должны быть закруглены. Дефекты седел и клапанных плит (риски, задиры, забоины, коробление, трещины) устраняют шлифованием с последующей притиркой. Шероховатость поверхности после ремонта должна быть не больше  $R_a$  0,63 мкм, а кромок  $R_a$  1,25 мкм, причем риски должны быть разориентированы.

Клапаны без разборки проверяют на плотность воздухом (на продувочном стенде, так же как и после сборки при ремонте) или чаще всего путем залива масла. Для различного рода клапанов и разных марок машин устанавливают время падения

давления в ресивере определенного объема на определенную величину перепада (обычно с 0,4 до 0,2 МПа). Также устанавливают время появления масла на противоположной стороне (берут масло ХФ 12-18 и устанавливают время 10—15 мин в зависимости от размеров клапана).

Дефекты седел и клапанных пластин (риски, задиры, забоины, коробление, трещины) устраняют шлифованием с последующей притиркой с микропорошками и настами ГОИ на притирочных плитах или станках. Ограничители и розетки всасывающих клапанов прямооточных компрессоров ремонтируют подобным образом. Забоины на криволинейных поверхностях устраняют зачисткой, а коробление ограничителей рихтовкой (правкой). При износе направляющих перемычек более чем на 0,3 мм по ширине и более чем 0,5 мм по длине пластин (глубине гребенок) розетки и ограничители заменяют новыми.

Пружины при осадке по высоте более 1,5 мм (буферные пружины—более 3 мм) бракуют и заменяют новыми. Упругость пружин клапанов проверяют транспортным ее сжатием до соприкосновения витков, а буферных пружин — специальным приспособлением.

При сборке клапанов после ремонта обращают внимание на то, чтобы разновысотность пружин не превышала 1 мм, а также на то, чтобы не спутать пружины нагнетательных клапанов (более жесткие) с пружинами всасывающих. Высота подъема пластин клапанов для компрессоров П110 и П220 должна находиться в пределах 1,4—1,7 (для всасывающих клапанов) и 1,1—1,2 мм (для нагнетательных).

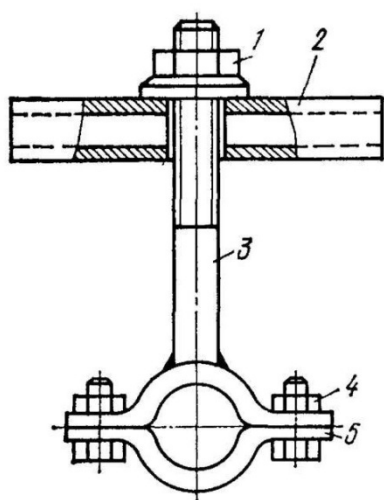
При средних ремонтах проводят проверку буферных пружин: визуально определяют износ опорных плоскостей и витков, выявляют трещины и проверяют на упругость на несложном приспособлении; измеряют длину в свободном состоянии, затем дают гидравлическую нагрузку и измеренную в рабочем состоянии длину сравнивают с паспортной характеристикой. Одновременно проверяют пружину на одностороннее выпучивание, величина которого не должна превышать 1,5 % наружного диаметра. Проверяют характеристику пружин клапанов, так как в процессе работы при повышенных температурах пружины могут ослабнуть.

### **10.7. СБОРКА КОМПРЕССОРА ПОСЛЕ РЕМОНТА.**

Надежность работы компрессора в значительной степени зависит от точности сборки его основных узлов. Перед сборкой детали повторно тщательно промывают, проверяют отсутствие стружки в отверстиях и внутренних полостях деталей и затем обдувают их сжатым воздухом. При сборке тщательно следят, чтобы на обработанных поверхностях деталей не было заусенцев и забоин. Обнаруженные дефекты устраняют. Перед запрессовкой деталей неподвижных соединений одну из них смазывают машинным маслом. Смазывают также и резьбовые соединения перед сборкой. Трущиеся поверхности деталей смазывают фильтрованным маслом. При установке прокладок обращают внимание на их состояние. Использование поврежденных прокладок не допускается.

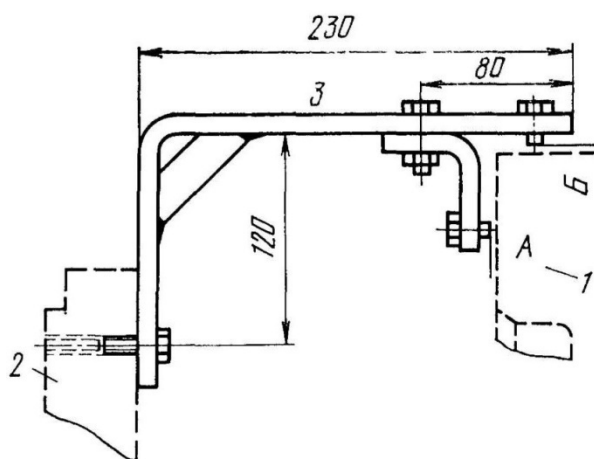


Для обеспечения лучшей герметичности соединений прокладки пропитывают маслом с разведенным в нем графитом. При установке таких деталей, как коленчатый вал, крышки картера и блока, следует предупреждать возможную деформацию корпусных деталей. Для этого гайки силовых шпилек затягивают в строго установленной последовательности с заданным усилием. Необходимо добиваться равномерного распределения зазоров в подшипниках коленчатого вала, что обеспечивается точной пригонкой подшипников. Особое внимание следует уделять точности взаимной центровки и сборки деталей привода компрессора. Качество сборки компрессора в значительной степени зависит от последовательности установки отдельных узлов, поэтому необходимо точно соблюдать принятый технологический процесс. В процессе сборки компрессоров проводят предварительную комплектовку деталей, которая обеспечивает повышение производительности труда, бесперебойность и ритмичность при сборке.



**Рис.10.13. Приспособление для коленчатого вала:**

1 — гайка; 2 — траверса; 3 — винт; 4 — болт с гайкой; 5 — хомут.



**Рис.10.14. Приспособление для правильности центровки валов:**

1 — маховик компрессора; 2 — полумуфта электродвигателя; 3 — приспособление

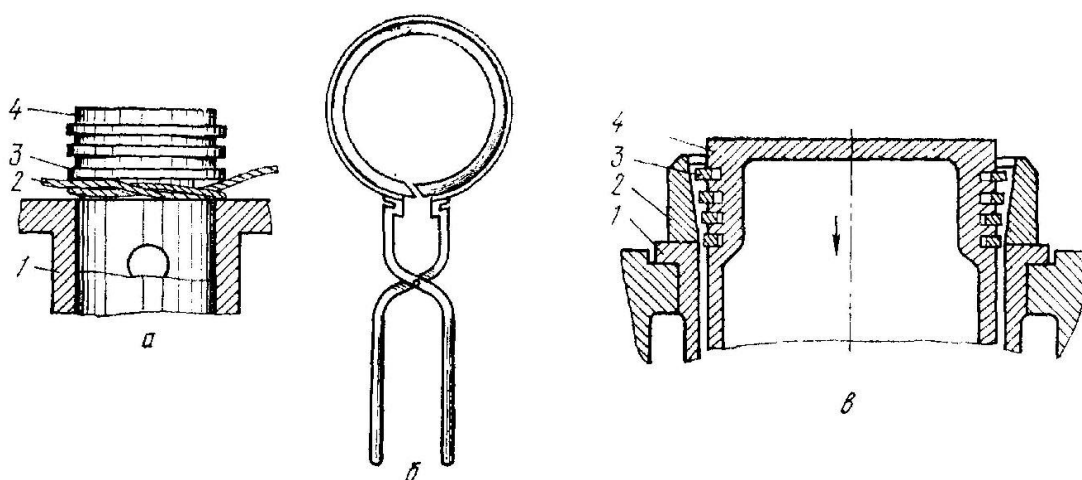
Общая сборка компрессора проводится последовательно с поэтапной проверкой качества монтажа узлов и деталей. Коленчатый вал монтируют в картере компрессора в сборе с подшипниками, но без противовеса, сальника и шатунов. При монтаже коленчатых валов крупных компрессоров используют приспособления для подъема валов (рис. 10.13). После предварительной установки коленчатый вал дожимают до соприкосновения фланца корпуса подшипника с передней стенкой картера, затягивают болты, крепящие кольцо или нажимной диск к картеру, и надежно зашплинтовывают их. Если вал свободно проворачивается вручную, устанавливают противовесы, затягивают и крепят стопорными шайбами болты противовесов. Проверяют правильность сборки сальника, устанавливают и закрепляют гайками крышку сальника, монтируют трубки маслопровода и перепускной клапан, надевают на конусный конец вала

полумуфту или маховик и стопорят от продольного перемещения шайбой или гайкой.

Для правильной центровки валов компрессора и электродвигателя монтируют специальное приспособление (рис. 10.14), которое поворотом муфты устанавливают в верхнее положение. Проверив щупом зазоры А и Б, полумуфту поворачивают на  $180^\circ$  и повторяют проверку. Разность величин зазоров А дает перекося осей в вертикальной плоскости, зазоров Б — несоосность в вертикальной плоскости. Установив поворотом муфты приспособление в горизонтальной плоскости, проверяют величину зазоров А и Б. После поворота муфты на  $180^\circ$  снова определяют величину зазоров А и Б. Разность величин зазоров А дает перекося осей в горизонтальной плоскости, зазоров Б — несоосность в горизонтальной плоскости. Допустимая величина несоосности составляет 0,5 мм, допустимая величина перекося осей — 0,3 мм.

При соединении валов компрессора и электродвигателя клиноременной передачей контроль параллельности валов осуществляют с помощью струны и двух стрелок, которые крепят хомутами на консольных хвостовиках валов. Устранение несоосности, перекося осей или их непараллельности производят с помощью металлических подкладок под лапы электродвигателя или путем сдвига его в нужном направлении. После центровки валов собирают муфту привода или клиноременную передачу.

Монтаж шатунно-поршневых групп проводят сверху через цилиндрические отверстия в собранном виде, но без нижней части головки шатуна. Поршневые кольца вводят в цилиндр с помощью специального приспособления (рис. 10.15). Маслосбрасывающее кольцо устанавливают, чтобы его замок лежал в плоскости, перпендикулярной оси поршневого пальца. Компрессионные поршневые кольца устанавливают с равномерным распределением замков по окружности. Например, при установке трех компрессионных колец их замки в плане должны располагаться под углом  $120^\circ$ .



**Рис. 10.15. Установка поршневых колец:**

*а* — шнуром: 1 — цилиндр, 2 — шнур для стягивания колец, 3 — кольцо, 4 — поршень; *б* — с помощью хомута; *в* — с помощью направляющего конического кольца: 1 — цилиндр, 2 — коническое кольцо, 3 — поршневое кольцо, 4 — поршень.

При сборке системы смазки вначале устанавливают масляный насос, монтируют фильтры грубой и тонкой очистки и соединяют их маслопроводами. Затем устанавливают приводные шестерни на коленчатый вал и на вал масляного насоса, проверяют правильность зацепления с помощью щупа или полоски свинца, измеряя величину бокового зазора в зубьях при покачивании одной шестерни. Зазор между зубьями двух шестерен в зацеплении должен составлять 0,16 — 0,3 мм. После регулирования зацепления затягивают крепежные болты масляного насоса.

Отремонтированный компрессор направляют на холостую обкатку и контрольные испытания.

## **10.8. ОБКАТКА И ИСПЫТАНИЕ КОМПРЕССОРА ПОСЛЕ РЕМОНТА.**

Режим обкатки и испытаний компрессоров холодильных установок регламентируется ремонтной документацией.

Обкатка холодильных компрессоров после ремонта. Порядок и режим обкатки компрессоров после ремонта такие же, как и после монтажа: обкатка на холостом ходу без клапанов, с клапанами, затем па воздухе, а после этого опробование работы компрессора на хладагенте.

В зависимости от холодопроизводительности минимальное время обкатки компрессоров составляет 1 ч ( $Q < 35$  кВт), 2 ч ( $Q < 100$  кВт), 4 ч ( $Q < 100$  кВт). Независимо от этого время обкатки в случае недостаточной приработки деталей может быть увеличено. На каждом из этапов обкатки механизм движения после останова компрессора осматривают, если необходимо, частично разбирают, а масло полностью заменяют. При обкатке без клапанов гильзы блок-картерных компрессоров прикрепляют к блоку планками и гайками. При осмотре пар трения во время обкатки обращают внимание на величину нагрева и качество приработки, о котором судят по количеству светлых пятен контакта и площади контакта.

Испытания. После обкатки компрессор должен проработать на воздухе не менее 12 ч, в том числе не менее 3 ч в режиме максимальной разности давлений нагнетания и всасывания.

При работе компрессора на воздухе проверяют клапаны на плотность и проводят испытания компрессора на объемную производительность. Нагнетательные клапаны проверяют на герметичность по скорости натекания воздуха из нагнетательной полости компрессора во всасывающую до повышения давления в последней до атмосферного. Всасывающий клапан закрывают. Давление в нагнетательной полости и предельное время натекания рассчитывают для каждого типа компрессора.

Плотность всасывающих клапанов проверяют по скорости создания вакуума во всасывающей полости при открытом нагнетательном и закрытом всасывающем клапанах. Вакуум 7,5 кПа (10 мм рт. ст.) должен создаваться не более чем за 10 мин.

Объемную производительность определяют по наполнению воздухом ресивера до давления 0,5 МПа. Объем ресиверов подбирают таким образом, чтобы время наполнения было не менее 30 с. Проверку проводят 3 раза. Допускаемая погрешность среднеарифметических показателей — не более 5 %.

Проверяют герметичность компрессоров:

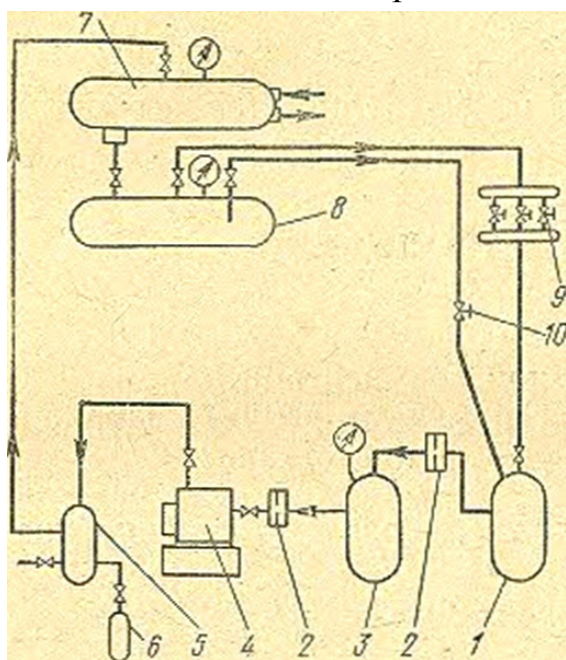
бескрейцкопфных аммиачных—на удержание давления воздуха в течение 12 ч, при этом в течение первых 3-4 ч допускается падение давления не более 10 % на охлаждение воздуха;

бескрейцкопфных хладоновых— давлением R 134a или его смеси с воздухом; при этом парциальное давление хладагента в смеси должно быть не менее 0,3 МПа и испытание должно проводиться в ванне с водой с подсветкой в течение 15 мин на отсутствие падения давления и отсутствие пузырей.

Допускается проверка герметичности всех бескрейцкопфных компрессоров и цилиндров крейцкопфных - смесью R 134a и воздуха с проверкой утечек галоидным течеискателем.

Давление и продолжительность всех видов испытаний приводят в технических условиях на ремонт.

Тепловые испытания. Испытания проводят на хладагенте на стенде по схеме парового кольца: вместо испарителя в схеме предусматривают ресиверы низкого давления, в которые при работе из ресивера высокого давления после конденсатора через регулирующие вентили подают пар и жидкость и таким образом регулируют степень перегрева паров перед компрессором (рис. 10.16.). Давление всасывания регулируют путем изменения общего расхода хладагента, проходящего через оба регулирующих вентиля, а давление нагнетания — путем изменения расхода воды, подаваемой в конденсатор.



**Рис. 10.16. Испытание компрессоров по схеме парового кольца:**

1 — холодильник; 2 — диафрагмы; 2 — ресивер; 4 — компрессор; 5 — маслоотделитель; 6 — маслосборник; 7 — конденсатор; 8 — жидкостной ресивер; 9 — газыедроссельные вентили; 10 — жидкостной дроссельный вентиль

Проверка шума и вибрации. Шумовые характеристики должны соответствовать требованиям стандарта. При испытаниях холодильных компрессоров после ремонта проверяют только уровень звука (в дБА) замеряя его на расстоянии 3 м.

На стенде и после установки на фундамент при работе у всех компрессоров замеряют вибрацию и сравнивают с аналогичными показаниями до ремонта и с требованиями документации на эксплуатацию. Причинами вибрации трубопроводов, фундамента и машины являются пульсация потока паров хладагента в трубопроводе, неуравновешенность сил инерции и ударные нагрузки в механизмах. Вибрация трубопроводов может привести к разбалтыванию

соединений, разгерметизации уплотнений и сталостному разрушению трубопроводов.

## **10.9. РЕМОНТ ВИНТОВЫХ И РОТАЦИОННЫХ КОМПРЕССОРОВ.**

### **Винтовые компрессоры.**

По сравнению с поршневыми компрессорами винтовые характеризуются малой массой, хорошей уравновешенностью, надежностью, долговечностью, равномерностью подачи пара (отсутствие пульсации) и малой чувствительностью к влажному ходу. К недостаткам относят недостаточную ремонтпригодность из-за сложности изготовления роторов и высокий уровень шума.

*Техническое обслуживание* винтовых компрессоров несложно и сводится к контролю герметичности фланцевых соединений, арматуры, торцевого уплотнения, контролю температуры и уровня масла, состояния фильтров, работы маслоснабжателя, давления масла и давления нагнетания компрессора. В процессе эксплуатации масло меняют при каждом профилактическом осмотре.

Наиболее сильно изнашиваются в процессе эксплуатации подшипники скольжения, сопрягаемые с ними шейки роторов, подшипники качения, детали торцевых уплотнений и регуляторов производительности.

Периодичность ремонта холодильного винтового компрессора (на примере компрессора 21 ВХ-280) следующая: осмотры — через 2750 ч, текущие ремонты — через 5500 ч, средние — через 16600 ч, капитальные — через 50 000 ч.

Объем работ при ремонте винтовых холодильных агрегатов следующий.

*При профилактическом осмотре* проверяют главным образом системы защиты от снижения давления масла перед компрессором и давления всасывания, повышения давления нагнетания, температуры хладагента и масла. Проводят демонтаж фильтров грубой и тонкой очистки масла с последующей очисткой и регенерацией металлокерамических элементов, осуществляют очистку газовых фильтров, промывку и продувку трубопроводов. Очистка газовых фильтров заключается в промывке их керосином и продувке азотом или сухим воздухом в направлении, обратном рабочему.

Торцевые уплотнения разбирают и притирают или заменяют графитовые кольца и резиновые уплотнения. Проверяют также состояние деталей маслоснабжателя, смазку подшипников электродвигателей, состояние пальцев муфт сцепления и крепежных деталей, проверяют герметичность соединений, чистят маслоохладитель.

*При текущем ремонте* дополнительно к объему профилактического осмотра проверяют соосность компрессора и электродвигателя, демонтируют и полностью разбирают сальник компрессора и маслоснабжателя, ремонтируют обратные клапаны и запорную арматуру на линиях хладагента, воды и масла.

*При среднем ремонте* дополнительно к объему текущего ремонта заменяют упорные и радиальные подшипники, резиновые втулки и муфты сцепления компрессора с электродвигателем, полностью разбирают маслоснабжатель и заменяют основные неисправные детали.

*При капитальном ремонте* дополнительно к объему среднего ремонта полностью разбирают компрессор, проверяют опорные шейки роторов и

осматривают рабочие полости, заменяют подшипники электродвигателя, компрессора и маслососа.

Порядок выполнения ремонта винтового холодильного компрессора следующий:

1. отсасывают хладагент;
2. выпускают масло;
3. отсоединяют трубопроводы;
4. муфту сцепления с ведущим ротором;
5. разбирают торцевое уплотнение;
6. демонтируют устройство для регулирования производительности;
7. снимают подшипники и разгрузочные поршни;
8. роторы вынимают из блока цилиндров с помощью приспособлений.

Ремонт винтового компрессора связан с необходимостью выполнения операций высокой точности, поэтому на время капитального ремонта его снимают с фундамента и место ремонта переносят из машинного зала в помещение, подходящее для этих целей.

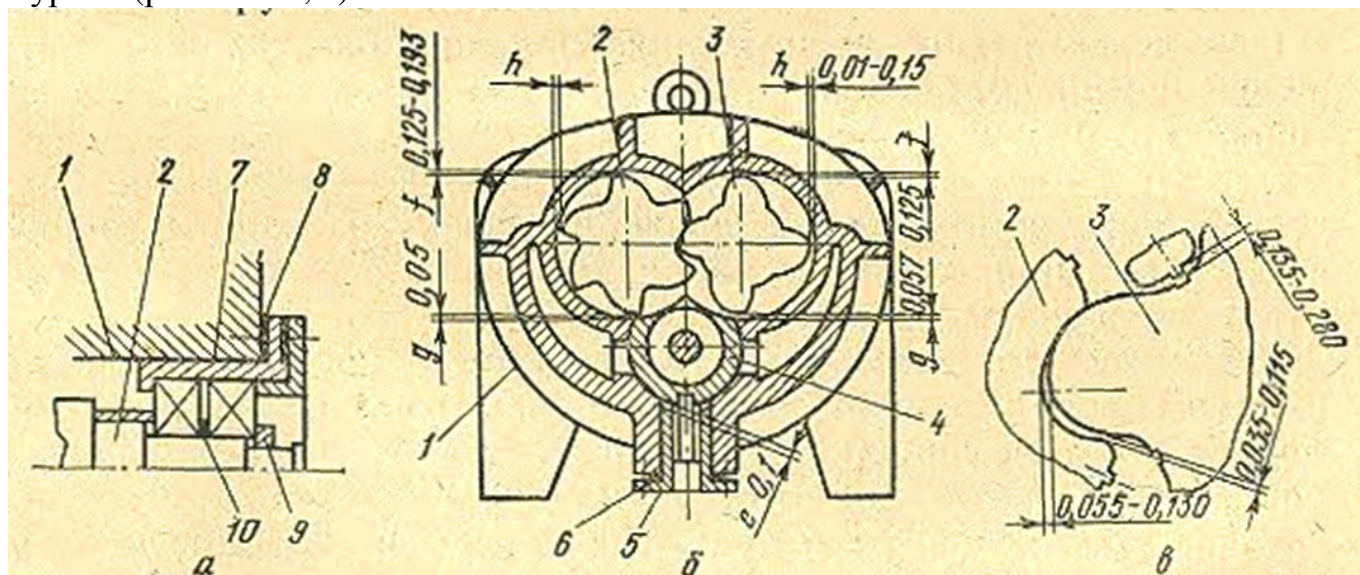
При разборке проверяют износ узлов и деталей. Допустимые зазоры в подшипниках скольжения 0,18 мм, под уплотнительными поясами подшипников между торцом, обращенным внутрь компрессора, и уплотнительной канавкой 0,2 мм. На рабочей поверхности шеек валов роторов допускаются мелкие кольцевые риски на  $\frac{1}{3}$  длины подшипника, в среднем сечении не более 3 кольцевых рисок глубиной и шириной не более 0,3 мм. Плотность прилегания вкладышей к постели проверяют по краске. Подшипники ремонтируют путем перезаливки и пришабривания. При установке новых вкладышей проверяют совпадение масляных каналов. При дефектации роторов проверяют нецилиндричность шеек (не более 0,01 мм на длину шейки), биение роторов индикатором при установке ротора в центрах (не более 0,05 мм), динамическую неуравновешенность (дисбаланс) — при динамической балансировке в балансировочном станке.

О появлении дефектов торцевых уплотнений при работе компрессора судят по утечкам масла и хладагента. Причинами утечек являются осевое биение уплотнительных колец, износ резиновых прокладок, потеря упругости поджимающей пружины. Торцевое уплотнение подлежит разборке и ремонту, если при работе в течение суток утечка масла превышает 6 капель в 1 мин. При профилактическом осмотре уплотнение разбирают без разъединения муфты сцепления компрессора и электродвигателя. Если на поверхности, уплотнительных колец появляются риски, то кольца притирают на плите с проверкой по краске. Минимально допустимая толщина графитового кольца в уплотнении составляет 8 мм. При ремонте проверяют упругость пружины на соответствие характеристике. После смазки трущихся деталей маслом торцевое уплотнение собирают и проверяют в работе.

При сборке винтового компрессора после ремонта выдерживают зазоры в соответствии с инструкцией завода-изготовителя. Осевые зазоры между торцами роторов и корпусом или крышкой регулируются изменением толщины прокладки и составляют 0,05—0,08 мм на стороне нагнетания и 0,4—0,75 мм на стороне всасывания. Зазоры между торцевой поверхностью наружных колец подшипников

качения (рис. 10.17, а) регулируют в пределах до 0,03 мм шлифовкой поверхности регулировочных шайб 8 под фланцами крышек, а предварительный осевой натяг создают проставочным кольцом 10.

Зазор между золотником регулятора и стаканом устанавливают 0,1 мм шлифовкой кольца 6 (рис. 10.17,б). При укладке роторов проверяют параллельность осей (не более 0,03 мм на 0,5 м) и радиальные зазоры (рис. 10.17, б). Профильные зазоры измеряют в 12 положениях зубьев роторов и записывают в ремонтный журнал (рис. 10.17, в).



**Рис. 10.17. Схема регулировки и измерения зазоров в подшипниках качения (а) радиальных (б) и профильных (в) винтовых компрессорах:**

1 — корпус; 2 — ротор ведомый; 3 — ротор ведущий; 4 — золотник регулятора производительности; 5 — стакан; 6 — прокладка; 7 — корпус подшипника; 8 — регулировочная шайба; 9 — крепление внутреннего кольца подшипника; 10 — проставочное кольцо при создании предварительного натяга.

При монтаже регулятора производительности золотник устанавливают в положение минимальной производительности. Электропривод золотника устанавливают после настройки максимального крутящего момента.

Поста пленные роторы должны в блоке цилиндров легко и плавно вращаться от руки, для чего их перед монтажом смазывают маслом. Для уплотнения разъема корпуса применяют различного рода герметики и мастики. При затянутых болтах з разъем корпуса не должен проходить щуп толщиной 0,2 мм. При установке корпуса на фундамент его выверяют на горизонтальность.

### **Ротационные компрессоры.**

Ремонт сводится к проверке износа цилиндра, замене пластин и восстановлению зазоров. Изношенные поверхности цилиндров и крышек восстанавливают металлизацией. В малых герметичных ротационных компрессорах при их массовом централизованном ремонте уделяют большое внимание восстановлению изнашиваемых сопряженных поверхностей: лопасть — ротор, лопасть — паз цилиндра, ротор — шейка эксцентрикового вала. Наряду с традиционными методами повышения износостойкости (поверхностная закалка ТВЧ, азотирование, цементирование и хромирование) хорошие результаты при

ремонтных работах дает газотермическое напыление тугоплавкими металлами, их карбидами, нитридами и оксидами. Так, при покрытии поверхностей трения керметами (продукты спекания керамических порошков и металлов) титана и ванадия толщиной 5 мкм износ при смазке маслом ХФ 12-16 в компрессоре ФГр 0,35-1 А уменьшился (по сравнению с деталями заводского изготовления) на торце ротора в 3—9 раз, на торцах лопасти в 4—8 раз, в пазе цилиндра в 2—4 раза.

## **ГЛАВА 11. РЕМОНТ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ.**

**11.5. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ.**

**11.6. РЕМОНТ АРМАТУРЫ И ТРУБОПРОВОДОВ.**

**11.7. РЕМОНТ НАСОСОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ.**

**11.8. РЕМОНТ ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ.**

### **11.1. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ.**

В процессе длительной работы происходит эрозионный и коррозионный износ труб и стенок корпуса: теплопередающие поверхности загрязняются и эффективность теплопередачи падает. Характерными дефектами являются уменьшение толщины стенки трубы, днища, корпуса, свищи в сварных швах, повреждение уплотнительных поверхностей, трещины на корпусных деталях и трубах, вмятины, неплотности и пропуски в вальцовке труб в трубных решетках, увеличение диаметра отверстий в трубных решетках, язвенная, межкристаллитная и другие виды коррозии, повреждение опор, резьбы на крепежных деталях, увлажнение или повреждение теплоизоляции.

Структура ремонтного цикла оборудования различна и зависит от характера производства, типа аппарата и холодильной установки в целом. Все теплообменное оборудование холодильных установок эксплуатируют с проведением через каждые три месяца профилактического осмотра, ежегодного текущего ремонта, среднего ремонта (через 3 года) и капитального ремонта через 12 лет. В ряде случаев ограничиваются двумя видами ремонта— текущим и капитальным.

*При профилактических осмотрах* проверяют затяжку фланцевых соединений, устраняют неплотности, выполняют подтяжку или перебивку сальников запорной арматуры, осматривают приборы контроля, предохранительные устройства, проверяют натяжение приводных ремней в аппаратах с мешалками и вентиляторами, очищают желоба в оросительных конденсаторах.

*При текущем ремонте* проводят дополнительный объем работ: частичную разборку и демонтаж запорной арматуры, перебивку всех сальников, замену прокладок, проверку герметичности арматуры, ремонт предохранительных и обратных клапанов, в оросительных конденсаторах — демонтаж и очистку отбойных щитов и труб, очистку и регулировку водораспределительных устройств.

*При среднем ремонте* дополнительно к объему текущего ремонта проводят съём крышек теплообменников с очисткой труб и полостей от ила, накипи, продуктов коррозии, испытания на плотность для выявления возможных течей труб



в трубных решетках, подвальцовку, зачеканку или подварку свищей и течей, глушение дефектных труб, проверку и наладку работы мешалок, выборочную проверку труб испарителей (типа ИА или ИП) и оросительных конденсаторов на коррозию, ремонт теплоизоляции, освидетельствование сосудов технической администрацией предприятия.

*При капитальном ремонте* дополнительно к объему среднего ремонта выполняют работы по замене всех ранее заглушенных трубок (при глушении более 15% трубок), замену труб и секций, имеющих течи, замену труб с износом более 25 % по толщине стенки, ремонт и замену запорной арматуры, освидетельствование сосудов.

**Очистка теплообменных аппаратов.** Хорошая очистка теплопередающей поверхности не только увеличивает теплопередачу, но и способствует удлинению срока службы аппаратов.

*Очистка поверхностей от масляных загрязнений.* Очистку проводят после полного освобождения аппарата от аммиака продувкой сжатым воздухом при давлении 0,5—0,6 МПа. Продувку осуществляют через полностью открытый маслоспускной вентиль (при его отсутствии через один из запорных вентиляей) несколько раз. Проводить ремонтные и сварочные работы на аппаратах до их полного освобождения от аммиака и продувки воздухом запрещается.

*Очистка поверхностей от накипи и продуктов коррозии.*

Очистку проводят химическими, механическими, гидравлическими ультразвуковым или смешанным способами. Химические способы очистки рассмотрены в § 2.15.

Механические способы очистки используют для очистки труб теплообменников. Устройство для очистки состоит из вращающейся штанги с режущим инструментом на конце. Штанга вместе с приводом (электродрель или пневмодвигатель) прикреплена к тележке, перемещающейся по монорельсу по мере продвижения штанги по трубе теплообменника. Вращающаяся штанга заключена в трубу, которая защищает руки рабочих и одновременно служит трубопроводом для подачи воды с целью промывки отложений. Горизонтально приспособление перемещается вручную. Для очистки U-образных труб теплообменных аппаратов и трубок малого диаметра используют гибкие валы, приводимые в движение различного рода двигателями.

Инструмент, применяемый при механической чистке, разнообразен: сверла, ерши, резцы, буры, шарошки (см. рис. 10.1.).

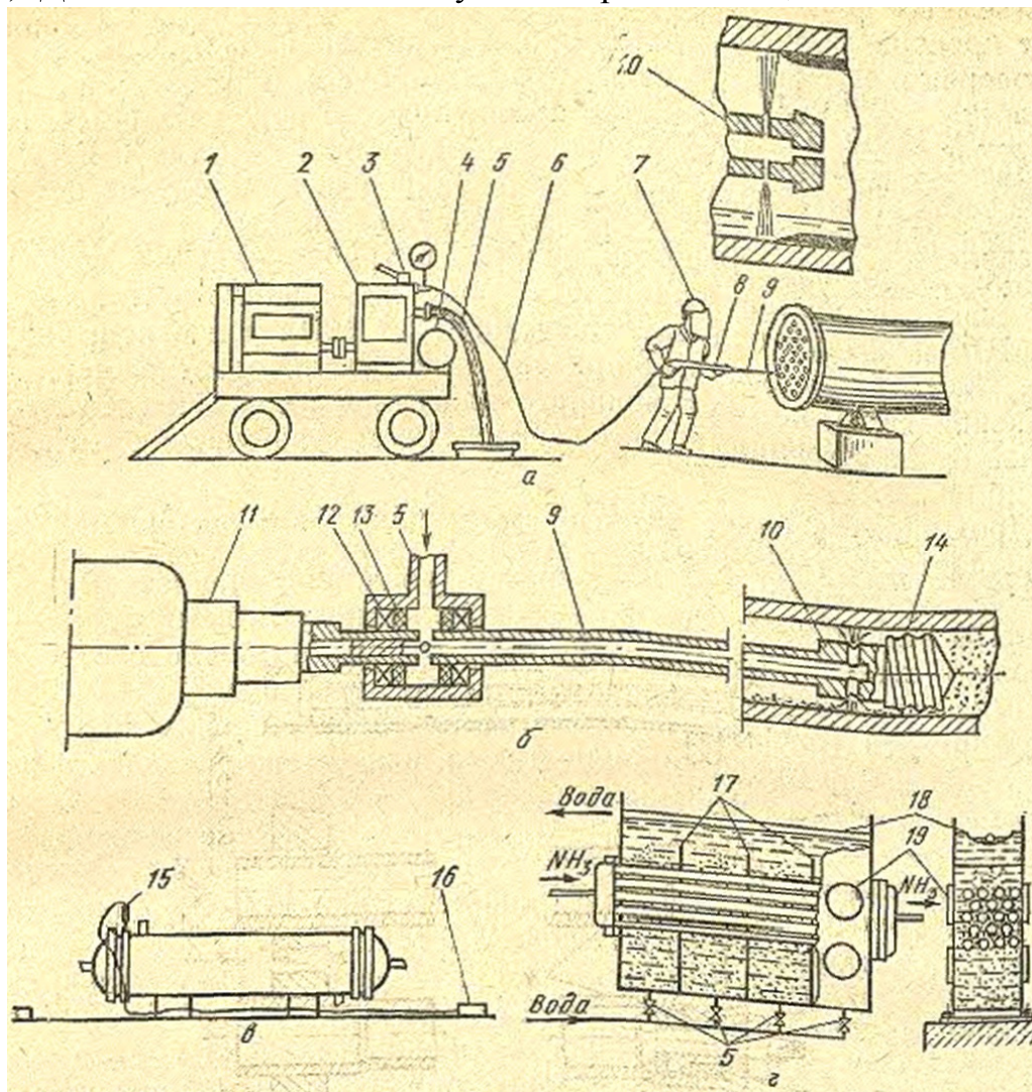
При пескоструйной очистке песок вместе с водой подается в очищаемый аппарат («мокрая» пескоструйная очистка). Если песок подается в воду струей воздуха, то в этом случае осуществляется очистка смесью воды, воздуха и песка.

При гидропневматической очистке в трубу подают с помощью водовоздушного пистолета воду под давлением 0,5—0,6 МПа и воздух под давлением 0,7—0,8 МПа в соотношении 1 : 1. Сжатый воздух, расширяясь, резко увеличивает скорость движения воды, которая начинает двигаться толчками с интенсивными завихрениями, что способствует разрушению отложений.

Продолжительность очистки по сравнению с механической сокращается в 8—10 раз.

При гидромеханической очистке вода под давлением до 70 МПа подается насосом по высоконапорному гибкому шлангу в полую штангу, на конце которой укреплено сопло с отверстиями, располагаемыми в большинстве случаев под углом  $45^\circ$  к оси штанги (рис. 11.1, а). Этот метод требует соблюдения определенных мер предосторожности, но позволяет проводить очистку быстро и без эрозионного износа.

При подаче воды в полую штангу, в том случае если наконечник выполнен из твердосплавного резца или сверла, можно очищать трубки со сплошной забивкой (рис. 11.1, б). Давление воды в таком случае не превышает 1,0 МПа.



**Рис. 11.1 Гидродинамическая (а) и гидромеханическая (б) очистка теплообменников, установка преобразователей для очистки ультразвуком (в) и схема работы «самоочищающегося» конденсатора — с псевдокипящим потоком песка (г):**

1 — двигатель; 2 — насос; 3 — регулятор давления; 4 — барабан для шланга; 5 — подвод воды; 6 — гибкий шланг высокого давления; 7 — щиток; 8 — пульт управления («пистолет»); 9 — полая штанга; 10 — распылитель с соплами; 11 — дрель; 12 — подшипник; 13 — манжета; 14 — сверло; 15 — преобразователи; 16 — генератор; 17 — перегородки; 18 — сливной лоток; 19 — смотровые окна

Самым простым и надежным методом предупреждения отложений на стенках труб является ультразвуковой. Суть его заключается в том, что скорости распространения волн в металле и в отложениях значительно различаются и при возникновении деформации в граничной зоне происходит непрерывное разрушение тонкого слоя отложений (рис. 11.1, в).

При техническом перевооружении промышленных установок, в тех случаях когда в водоохлаждающих оборотных циклах не предусмотрены эффективные устройства по очистке воды от ила, целесообразно использовать конденсаторы с псевдокипением («самоочищающийся» конденсатор). В процессе работы под действием ударов частиц песка поверхность труб очищается от ила и накипи (рис. 11.1, з). Недостатком этого эффективного конденсатора является коррозионно-эрозионный износ стенок конденсатора и необходимость изготовления по этой причине труб только из легированной стали.

### **Порядок ремонта.**

При ремонте теплообменных аппаратов их освобождают от хладагента, рассола и воды, отключают входящие и выходящие трубопроводы от системы запорными вентилями и заглушками с хвостовиками. Все работы по отключению аппарата от системы выполняют в соответствии с требованиями техники безопасности.

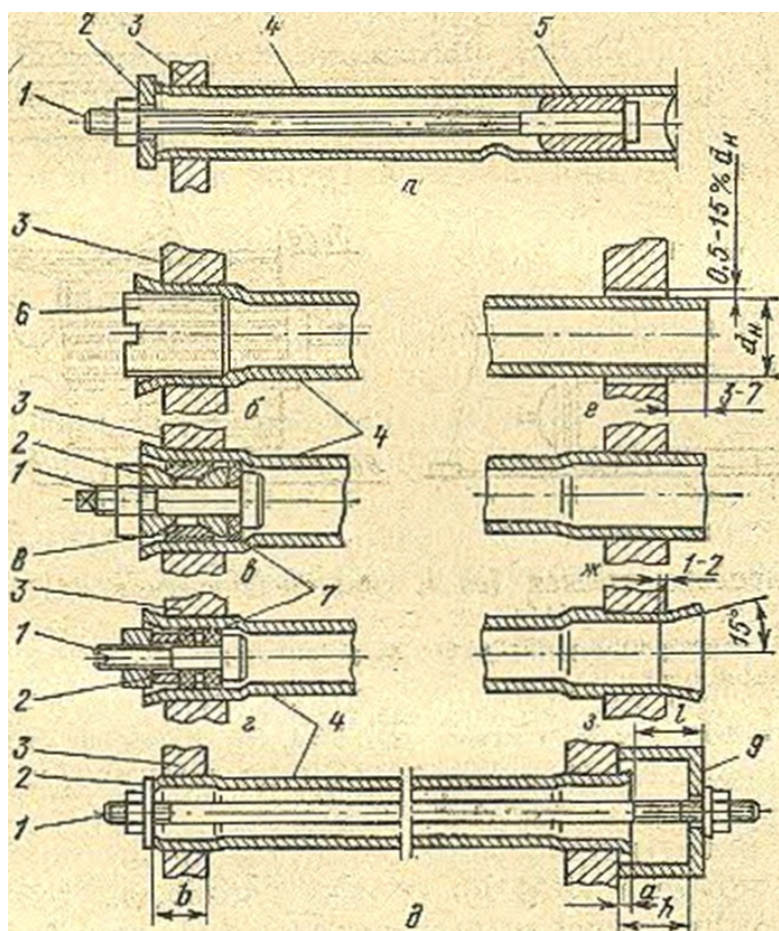
Особые меры предосторожности соблюдают при вскрытии аммиачных аппаратов. Перед самым вскрытием убеждаются, что аппарат под вакуумом и давление в нем не повышается. Иногда, производя ремонт теплообменных аппаратов, допускают ошибку, считая, что аппарат освобожден от хладагента, если при отсасывании давление пара в нем понизилось до вакуума. Известны тяжелые аварии, когда при вскрытии находившегося под вакуумом аппарата из него вырвался в большом количестве жидкий аммиак.

Для того чтобы убедиться в полном освобождении аппарата от аммиака, следует оставить его под вакуумом на несколько часов. Если аппарат не полностью освобожден от жидкости, то при прекращении отсасывания пара давление в нем будет повышаться. Поэтому, как правило, перед вскрытием аппаратов повторяют отсасывание до тех пор, пока при прекращении отсасывания давление в аппарате не будет оставаться постоянным. В случае неплотности в запорной арматуре необходимо ставить заглушки между фланцами или отключать дополнительные аппараты, чтобы отключенный участок был перекрыт вентилями.

*Порядок ремонтных операций после подготовки отключенного от схемы аппарата и сдачи его в ремонт следующий:* демонтаж арматуры и трубопроводной обвязки, разборка резьбовых соединений, съем крышек, люков, выемка трубных решеток, если это позволяет конструкция аппаратов, проверка плотности и прочности труб и их крепление в трубных решетках путем пневматических или гидравлических испытаний, глушение и развальцовка (обварка) труб в трубных решетках, извлечение труб из корпуса при их замене, постановка новых труб с предварительной очисткой отверстий в решетках и зачисткой концов труб, ремонт корпусных деталей, вырубка и вырезка прокладок, подготовка крепежа, сборка аппарата, испытания на плотность и прочность, сдача в эксплуатацию.

Ремонт теплообменных аппаратов начинают с проверки их плотности. Течи в теплообменных аппаратах выявляют при их испытании давлением воды (опрессовка). При испытании неразъемных кожухотрубных аппаратов воду подают в межтрубное пространство и, поднимая давление до давления испытания, проверяют аппарат на отсутствие течей в трубной решетке и из полости трубок. В случае затруднений в удалении воды из аппаратов течи в холодильных теплообменных аппаратах определяют давлением сухого воздуха или азота (пневматическая опрессовка) с проверкой обмыливанием или течи скате лям и. Выявленные трубы с течами могут быть отглушены временными пробками для продолжения испытаний.

При ремонте теплообменных аппаратов, как указывалось выше, допускается глушение не более 15 % трубок. Правку мятых трубок осуществляют на винтовых приспособлениях путем протаскивания пробки-оправки на штанге (рис. 11.2, а). Трубы глушат с двух сторон пробками на резьбе или на припое (рис. 11.2, б, в) При замене вальцованные трубы подрезают за трубной решеткой специальным резцом или рассверливают для уменьшения толщины стенки и последующей выемки. Все эти операции проводят так, чтобы не повредить поверхности отверстий в решетке. Рассверливание ведут ступенчатым сверлом с центрирующим гладким концом, равным внутреннему диаметру трубы и режущей частью, равной  $\frac{3}{4}$  наружного диаметра труб. Уменьшение толщины труб резко снижает напряжение в вальцованном соединении, и труба легко вынимается. Чтобы не уронить трубу в межтрубное пространство, в нее вставляют с другой трубной решетки металлический прут или используют приспособления (см. рис. 11.2, а).



**Рис. 11.2. Ремонт теплообменников:**

исправление вмятин в трубах (а), глушение дефектных труб резьбовой пробкой (б); резиновой прокладкой с разжимными конусами (в), резиновой прокладкой, на период испытаний (г); вытаскивание дефектных труб (д) и стадии вальцовки: вставка трубы в решетку (е), подвальцовка (ж) и окончательная развальцовка и бортовка (з):

1 — болт; 2 — нажимные детали; 3 — трубная решетка; 4 — труба теплообменника; 5 — пробка калиброванная; б — резьбовая пробка; 7 — резиновые прокладки; 8 — стопорящий сухарь; 9 — опорный стакан.

Трубы, закрепленные в трубной решетке с помощью сварки, удаляют из аппарата вырубкой вручную кольцевого шва или срезанием торца трубы и валикового шва фрезой с приводом от гибкого вала. До замены выбитых дефектных трубок новыми отверстия в трубных решетках зачищают, продувают и насухо протирают. Продольные риски на поверхностях отверстий зачищают шабером. Шероховатость поверхности в отверстиях под вальцовку должна быть не ниже  $R_a 0,80$  мкм.

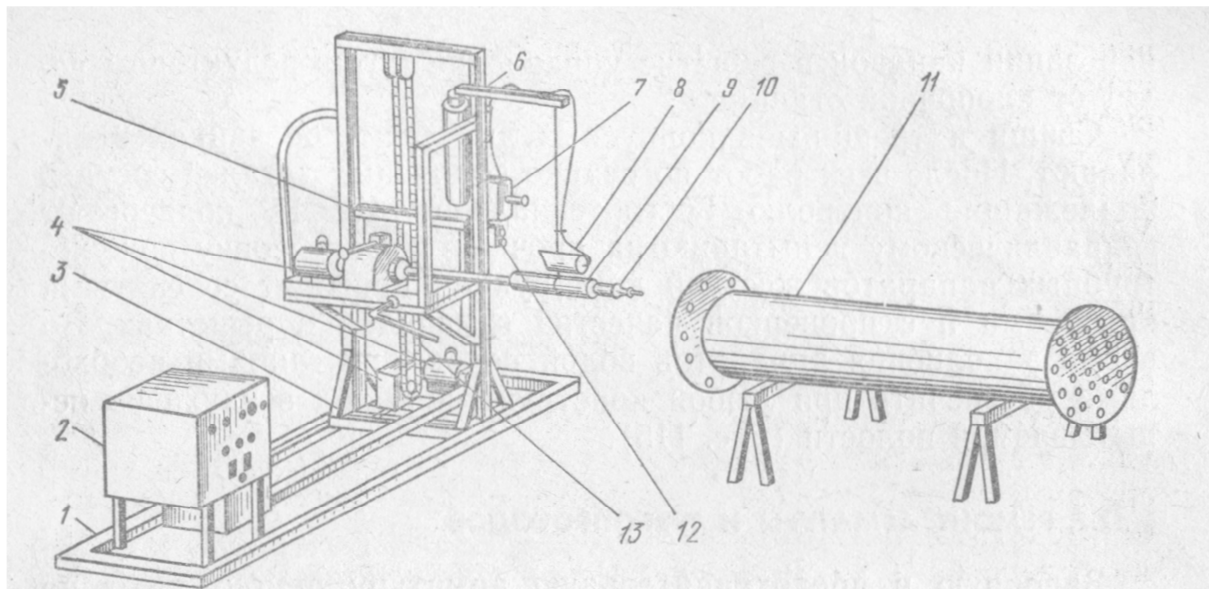
Концы труб зачищают, протирают, трубы вставляют в трубную решетку, зазоры продувают воздухом. Величина зазора не должна быть меньше 0,5 и больше 1,5 % диаметра трубы. При малых зазорах трудно заводить трубы в трубную решетку, а при больших появляется опасность потери прочности трубы и плотности соединения. Развальцовку начинают с привальцовки — раздачи конца трубы для его закрепления в отверстии. Привальцовку выполняют вальцовкой с длиной роликов на 10—12 мм, превышающей толщину трубной решетки. После привальцовки всех труб проводят окончательную развальцовку из расчета 15—20 % толщины стенки вальцуемой трубы и отбортовывают концы труб под углом  $15^\circ$  к оси трубы. Привальцовку выполняют крепежной вальцовкой, окончательную привальцовку и отбортовку — бортовочной вальцовкой (с бортовочными роликами).

Сначала развальцовывают все трубки в одной решетке, а затем в другой. При большом количестве заменяемых трубок порядок вальцовки следующий. Вальцуют вначале четыре трубки крест-накрест, а затем все трубки по периметру, после чего все остальные.

Качество работы проверяют осмотром на отсутствие трещин и разрывов, подреза труб по кромке гнезда, а также убеждаются в отсутствии ярко выраженного перехода между вальцованной и невальцованной частью.

### **Приспособления.**

При ремонте теплообменных аппаратов могут быть использованы приспособления, работающие в полуавтоматическом режиме. Примером может служить развальцовочная машина (рис. 11.3.), которая может быть использована при соответствующей смене инструмента для развальцовки, торцовки и удаления труб из теплообменника, а также для резания кольцевых канавок в отверстиях трубных решеток теплообменников с трубами диаметром от 14 до 57 мм. Машина работает в ручном, автоматическом и полуавтоматическом режимах. На раме машины 1 расположена тележка 3, перемещаемая в горизонтальном направлении посредством цепного привода. На ней установлена вертикальная рама 5, по которой перемещается горизонтально расположенная рама с приводом для развальцовки. Вертикально рама с приводом перемещается также с помощью цепной передачи, а в поперечном направлении — с помощью рычага 13.

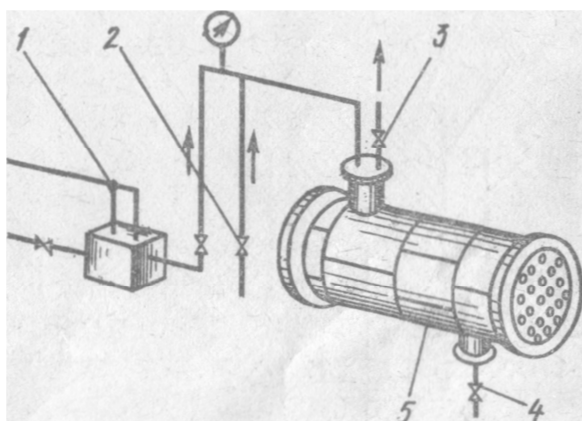


**Рис. 11.3 Развальцовочная машина:**

1 — рама машины; 2 — шкаф управления; 3 — горизонтально перемещаемая тележка; 4 — мотор-редукторы вертикального, горизонтального перемещения и привода развальцовки; 5 — вертикально расположенная рама; 6 — уравнивающий груз; 7 — пульт-координатор вертикального и горизонтального перемещений; 8 — выносной пульт управления; 9 — телескопический вал в неподвижном защитном кожухе; 10 — головка крепления инструмента с шарнирным соединением с валом и замком крепления; 11 — кожухотрубный теплообменник; 12 — кнопочная станция управления приводом развальцовки; 13 — рычаг поперечного перемещения

Управление приводами вертикального и горизонтального перемещений осуществляется с пульта-координатора 7, а управление и выбор режима работы привода развальцовки выполняют с выносного пульта 8, расположенного на защитном кожухе телескопического вала 9. Развальцовку труб в отверстиях трубных решеток выполняют инструментом, закрепляемым в головке, шарнирно соединенной с валом. При торцовке, подрезке и нарезании канавок в решетке управление мотор-редуктором ведут от кнопочной станции 12.

Свищи и трещины в корпусных деталях и обечайках заваривают. После всех работ по сварке корпусных деталей сосуды подвергают гидравлическому испытанию на прочность. Опрессовку кожухотрубных аппаратов жесткой конструкции проводят со снятыми крышками и с проверкой качества вальцовки в решетках. Во время заполнения аппаратов водой перед испытаниями необходимо обеспечить при любой конструкции выход воздуха из испытываемой полости (рис. 11.4).



**Рис. 11.4. Гидравлическое испытание межтрубного пространства аппарата:**

1 — гидропресс; 2 — залив водой; 3 — выпуск воздуха; 4 — слив воды; 5 — места осмотра при давлении испытания на плотность

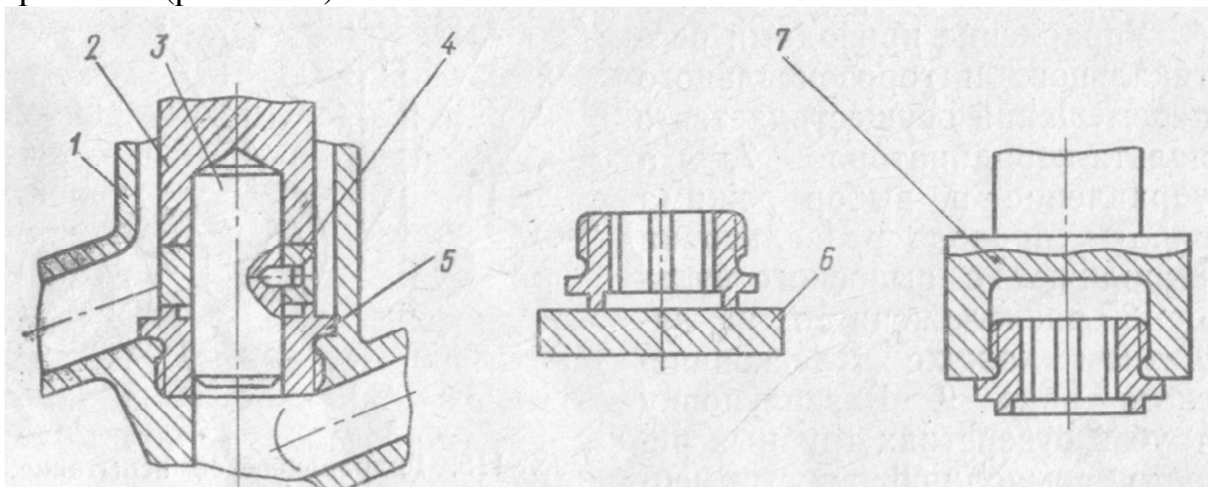
## 11.2. РЕМОНТ АРМАТУРЫ И ТРУБОПРОВОДОВ.

При плановых осмотрах и малом ремонте трубопроводов и арматуры ликвидируют все дефекты, обнаруженные во время эксплуатации: устраняют пропуски хладагента, рассола и воды во фланцевых соединениях, крышках и сальниках арматуры путем подтяжки болтов, в трубах и сварочных швах при помощи хомутов; ликвидируют неисправности в креплении трубопроводов и устраняют неисправности в задвижках и вентилях. При среднем ремонте, который осуществляется одновременно с ремонтом аппаратов, трещины и свищи в трубопроводах заваривают газовой или электрической сваркой.

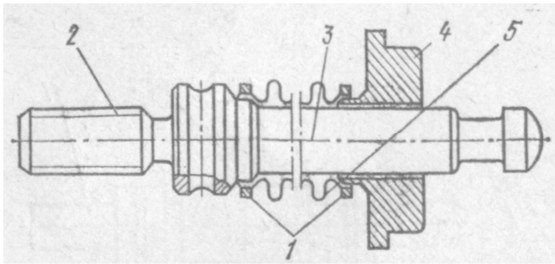
Запорную и предохранительную арматуру ремонтируют на месте без демонтажа корпуса или в ремонтно-механическом цехе после снятия арматуры во время ремонта холодильной установки. При централизованном ремонте арматуры все работы выполняют на специализированных участках, оборудованных оснасткой и средствами механизации. Основные группы оборудования в ремонтно-механическом цехе: стенды для разборки и сборки арматуры, станки для механической обработки уплотнительных поверхностей, приспособления для притирки, стенды для испытаний на плотность и прочность, стенды для испытания пружин и регулировки предохранительных клапанов, приспособления для вырезки и вырубки прокладок, сварочный участок с необходимым оборудованием для наплавочных работ и приварки сильфонов.

Порядок разборки, проверки, притирки и испытаний на прочность после ремонта такой же, как и при проведении ревизии арматуры. Конструкции притиров для притирки уплотнительных поверхностей вентиляй разнообразны (рис. 11.5). Рабочую поверхность шпинделя сальниковой арматуры (зона работы в сальнике) зачищают от забоин и рисок и шлифуют в приспособлении типа колодки с абразивным полотном или пастой.

Чтобы избежать прожога тонкостенного сильфона при ремонте сильфонной арматуры (толщиной 0,1—0,2 мм), юбку сильфона размещают между деталями вентиля и вытачиваемыми специально кольцами. Сварку трех деталей выполняют одновременно (рис. 11.6.).

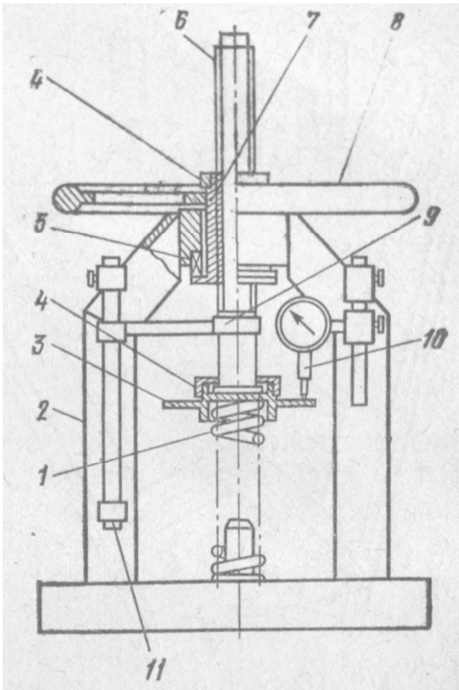


**Рис. 11.5. Приспособления для притирки уплотнительных поверхностей седел вентиляй:**  
1 — корпус; 2 — направляющая; 3 — штифт; 4 — притир; 5 — седло; 6 — притирочная плита; 7 — оправка



**Рис. 11.6. Приварка сильфонов при ремонте арматуры:**

1 — кольца; 2, 3, 4 — детали вентиля; 5 — сильфон



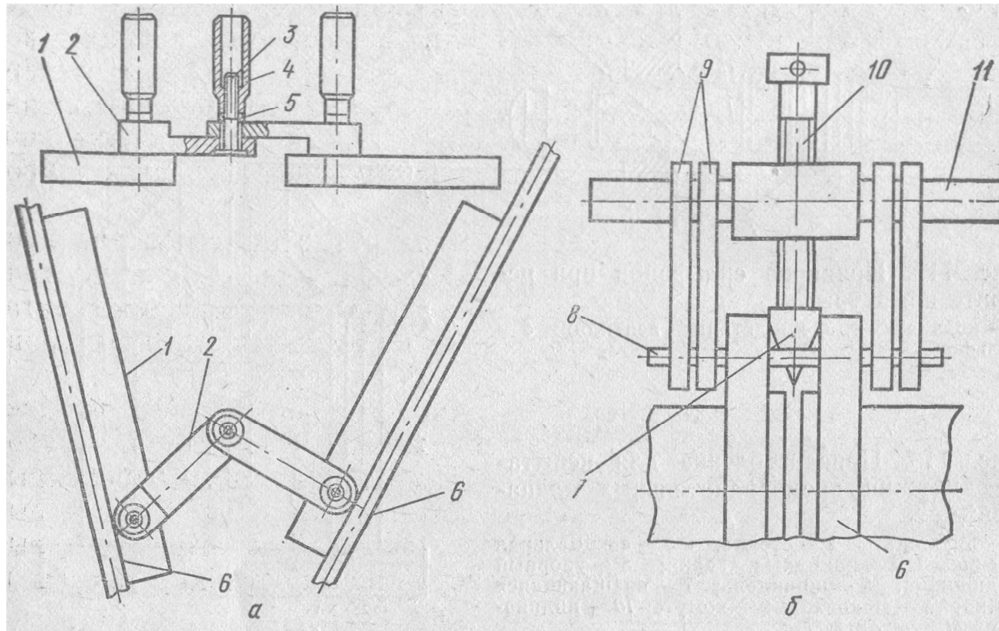
**Рис. 11.7. Приспособление для испытания пружин предохранительных клапанов:**

1 — пружина; 2 — стойка; 3 — специальная крышка; 4 — накидные гайки; 5 — упорный подшипник; 6 — шпindel; 7 — вращающаяся гайка; 8 — маховик; 9 — хомут; 10 — индикатор; 11 — штанга

В процессе ремонта предохранительных клапанов особое внимание уделяют состоянию пружин. Пружины при разборке внимательно осматривают и при наличии трещин и других видимых дефектов бракуют. Пружины подвергают трехкратному сжатию статической нагрузкой для выявления остаточной деформации и, кроме того, нагружают статической нагрузкой, равной максимальной рабочей нагрузке с одновременным контролем сжатия пружины в приспособлении (рис. 11.7). Предохранительные клапаны регулируют на давление открытия на стенде давлением азота или воздуха, создаваемого компрессором, или с помощью баллона со сжатым газом. После регулировки клапан пломбируют и регистрируют в журнале, где приводят тип клапана и позицию его по технологической схеме, параметры, перечень проведенных ремонтных и регулировочных работ, даты регулировки и даты следующей его проверки (т. е. срока эксплуатации). Затем клапан маркируют краской на корпусе или на специальной бирке и сдают ремонтной бригаде для установки на место.

Ремонтные работы на трубопроводах составляют значительную часть ремонтных работ при ремонте холодильной установки и могут быть сведены собственно к ремонту трубопровода (вставка катушек, замена отводов, колен, приварка фланцев, чеканка свищей в сварочных швах или заварка их) или к замене участков и всей линии. Для разжимания фланцев и простоты замера углов между трубопроводами используют приспособления (рис. 11.8, а).





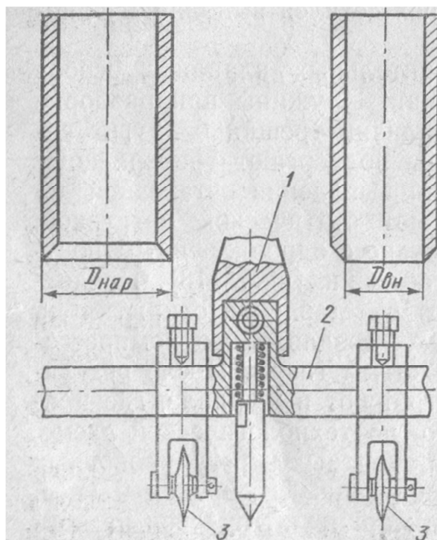
**Рис. 11.8.**  
**Приспособления для измерения углов при ремонте трубопроводов (а) и для разжима фланцев (б)**

1 — планка; 2 — рычаг; 3 — ось; 4 — специальная гайка; 5 — кольцо; 6 — заменяемый участок трубы; 7 — разжимной конус; 8 — палец; 9 — тяги; 10 — винт; 11 — ось

Основные дефекты, характерные для трубопроводов холодильных установок, следующие: замасливание трубопроводов (устраняется промывкой растворами), отложение ила, нагара и солей жесткости (также промывкой); коррозионный износ, эрозионный износ, особенно при высоких скоростях или загрязненных средах в коленах, отводах (необходима замена деталей); дефекты в сварных швах (подварка или чеканка); усталостные трещины, появляющиеся из-за повышенной вибрации или из-за брака при прокате труб (выясняют и устраняют причины, а участок трубопровода, заменяют).

Основная профилактическая мера — систематическая проверка характерных мест категорийных трубопроводов по графику на изменение толщины стенки трубы с составлением акта. Проверку проводит лаборатория дефектоскопии службы главного механика.

При ремонте обращают внимание на точность изготовления уплотнительных прокладок во фланцевых соединениях трубопроводов и разъемах аппаратов. Прокладка должна перекрывать полностью уплотнительные поверхности и не должна выступать в проточную часть трубопровода. Для вырезки и вырубki прокладок используют сверлильные станки, прессы и различного рода приспособления (рис. 11.9).



**Рис. 11.9. Приспособления для вырубki и вырезки прокладок:**

1 — патрон; 2 — установочная рейка; 3 — дисковые ножи

### 11.3. РЕМОНТ НАСОСОВ И ВЕНТИЛЯТОРОВ.

#### Ремонт насосов.

Наиболее обширную и сложную группу извспомогательного оборудования представляют центробежные насосы, структура ремонтного цикла которых зависит от вида насоса, перекачиваемой среды и специфики производства.

*При профилактическом осмотре* в общем случае для центробежных насосов проводят следующие работы: проверку осевого разбега ротора, очистку и промывку подшипников, смену масла, ревизию сальниковой набивки и проверку состояния муфтового соединения. *При текущем ремонте* дополнительно к работам профилактического осмотра проводят: разборку насоса, проверку биения ротора, ревизию и замену деталей торцевого уплотнения.

*При среднем ремонте* дополнительно к работам текущего ремонта проводят: полную разборку насоса с дефектацией всех деталей, проверку состояния посадочных мест корпуса.

*При капитальном ремонте* проводят дополнительно к объему среднего ремонта замену рабочих колес, валов, уплотняющих колец, распорных втулок и грундбукс. На крупных предприятиях ремонт насосов проводят централизованно на специализированных участках, со стендами манипуляторами и приспособлениями для механизации процесса мойки, ремонта и испытаний. Перед отправкой в цех централизованного ремонта насос осматривают, проверяют его комплектность и составляют акт о его состоянии с указанием ряда параметров (напор, производительность, осевой разбег ротора, несовпадение осей валов с приводом и прочие данные, определяемые типом насоса). При выходе из строя базовых деталей (корпуса) насос подлежит списанию.

Карты дефектации являются основным документом, на основании которого проводят осмотр, измерения и сортировку деталей. При ремонте насосов проводят дефектацию подшипников качения и скольжения, контролируют износ посадочных и уплотнительных поверхностей, состояние сопряженных деталей и замеряют зазоры между ними. Изношенные поверхности восстанавливают разными методами. Так, шейки валов при износе до 0,3 мм можно восстанавливать электролитическим хромированием, от 1,5 до 2 мм электролитическим железнением, от 2,0 до 3,0 мм — автоматической вибродуговой наплавкой. Изношенные резьбовые соединения восстанавливают резцом, плашкой или метчиком. Рабочие колеса восстанавливают наплавкой поврежденных мест с последующей проточкой, иногда прибегают к замене диска. Чугунные рабочие колеса наплавляют медными электродами, но в большинстве случаев заменяют новыми.

*Ремонт торцевых уплотнений.* Особое внимание уделяют состоянию и ремонту торцевых уплотнений, Установлено, что до 85 % торцевых уплотнений теряют герметичность до износа рабочих уплотнительных поверхностей. Причины потери герметичности следующие: раскрытие пары трения и попадание твердых частиц на мягкую (полимерную) поверхность трения, вибрация, кавитация, биение ротора или вала из-за некачественной сборки, несоосность, дебаланс, засорение зазора между кольцами, заклинивание или перекос колец, потеря упругости пружин, нагрев уплотнения, который приводит к локальным разрушениям в зоне контакта;

некачественные сборка, изготовление или подбор уплотнения. Технология ремонта состоит из следующих операций: разборка на стенде, мойка деталей в автоматизированной моечной машине (где кроме мойки можно осуществить также пропарку и просушку деталей), ремонт или изготовление деталей, пропитка колец, склеивание, сборка и испытания.

В деталях торцевых уплотнений в зависимости от вышеприведенных причин появляются дефекты разного характера.

*В парах трения* появляются сколы, трещины от тепловых напряжений, износ из-за попадания твердых частиц, уменьшение толщины колец (равномерный износ). При повреждении поверхности глубиной более 5 мкм и отклонении от плоскостности более 0,005 мм на диаметр кольца детали бракуют, при равномерном износе более 20 % колец заменяют новыми.

*В корпусах* наблюдаются забоины и риски на плоскостях разъема и износ посадочных мест. Износ отдельных мест устраняют наплавкой с проточкой или фрезерованием.

*Во втулках* при работе появляются кольцевые задиры и износ, смятие кромок, шпоночных канавок, нарушение concentричности, забоины на торцевых поверхностях, задиры на внутренних, увеличение шероховатости посадочных мест. При ремонте втулок для повышения износостойкости рабочей поверхности наплавляют сормайт или стеллитом ВЗК с последующим хромированием. Если не наплавляют твердые сплавы, то втулки подвергают термообработке. Наружную поверхность втулок обрабатывают на токарном или круглошлифовальном станке с помощью разжимной оправки, центрирующей обрабатываемую поверхность относительно внутренней. Втулки шлифуют при увеличении конусности более 0,1 мм и эллипсности более 0,03—0,04 мм.

При ремонте торцевого уплотнения обязательно проверяют состояние сопряженной поверхности вала. Износ вала устраняют электролитическим хромированием, металлизацией, наплавкой с обточкой и шлифованием.

*Резиновые кольца* теряют упругость, растрескиваются из-за чрезмерного нагрева и старения. При ремонте иногда кольца заменяют на выточенные из фторопласта Ф-4.

*Сильфоны* в процессе работы повреждаются из-за усталостных явлений, скрытых эффектов металлургического характера, механических повреждений. Сильфоны не ремонтируют, а заменяют новыми.

*Пружины* из-за нагрева и усталостных явлений теряют упругость. Пружины проверяют на сжатие, проверяют, чтобы шаг был одинаков и разница по высоте не превышала 0,2 мм. Не- параллельность торцов пружин и их перекося относительно оси не должны превышать 0,5 мм. Для изготовления берут углеродистые или легированные стали с содержанием углерода 0,5— 1,1 %. После навивки пружины подвергают отпуску при 200— 300 °С в течение 30—40 мин с охлаждением на воздухе. Торцы пружин шлифуют до  $R_a 0,80$ .

При ремонте уплотнительные кольца из графитовых материалов и силицированного графита подвергают шлифовке и доводке до получения поверхности шероховатостью  $R_a 0,16—0,40$  мкм.

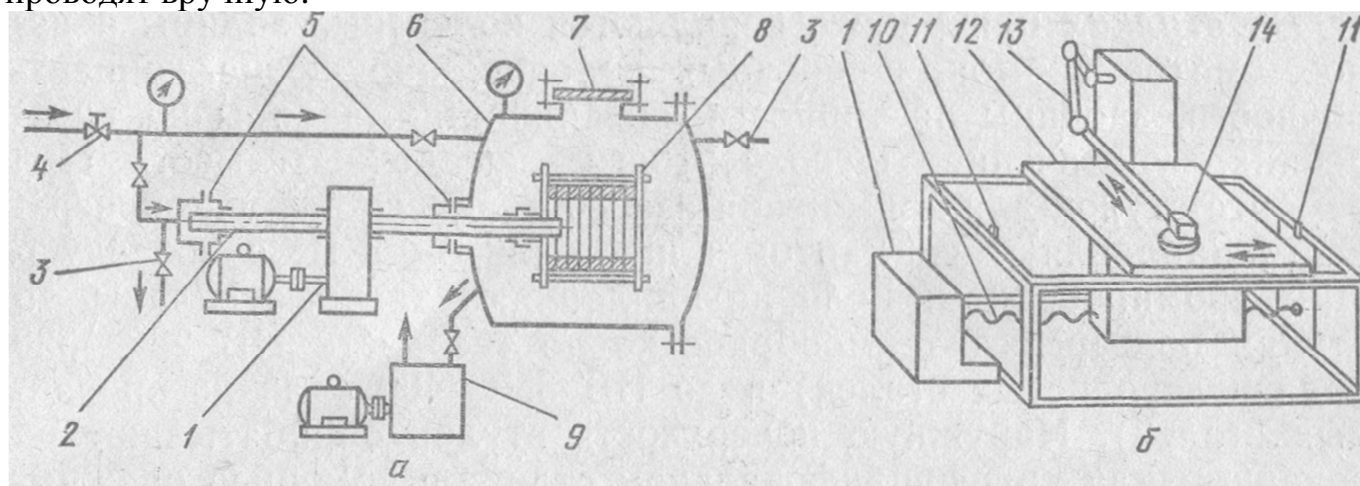
Для устранения остаточных напряжений детали из силицированного графита перед доводкой подвергают естественному старению в течение 10—15 дней. Кольца из угле- и силицированного графита СГ с металлическими обоймами склеивают эпоксидными компаундами, которые готовят на основе эпоксидных смол.

До склейки колец с обоймой и сборки уплотнения кольца пропитывают и притирают.

Для повышения плотности, прочности и износостойкости уплотнительные кольца *пропитывают* составом на основе эпоксидной смолы (100 массовых частей смолы и по 10 массовых частей отвердителя и пластификатора). Массу перемешивают, добавляют ацетон или толуол. Состав готовят не более чем за 30 мин до пропитки. Обезжиренные и просушенные кольца устанавливают в пакет и заливают пропиточным составом. Пакет помещают в автоклав пропиточного стенда на полый вращающийся вал (рис. 11.10, а). Автоклав закрывают, включают электрообогрев и привод вращения вала. Через полый вал подают воздух под давлением 0,3—0,5 МПа. В автоклаве создают разрежение 10—20 мм рт. ст. Пропитку ведут при 45 °С, наблюдая через смотровое окно за исчезновением пузырей на поверхности. После этого отключают стенд, открывают крышку, разбирают пакет, протирают кольца ацетоном и, собрав вновь пакет, проводят полимеризацию пропиточного состава в автоклаве в течение 3 ч при температуре 50 °С и атмосферном давлении.

*Притирку* проводят на плите с использованием суспензии абразивного порошка со смазкой, состоящей из керосина со стеарином или олеиновой кислотой.

Одно из условий качественной доводки трущихся поверхностей торцевых уплотнений — выбор притира. Притир не должен быть слишком твердым, иначе абразив на нем будет дробиться, и не должен быть слишком мягким — абразив будет в нем утопать и терять режущую способность. В качестве притира используют плиты из перлитного чугуна. Притирку силицированного графита выполняют на алмазных пастах. Обычно притирку колец механизмируют (рис. 11.10, б), а доводку проводят вручную.

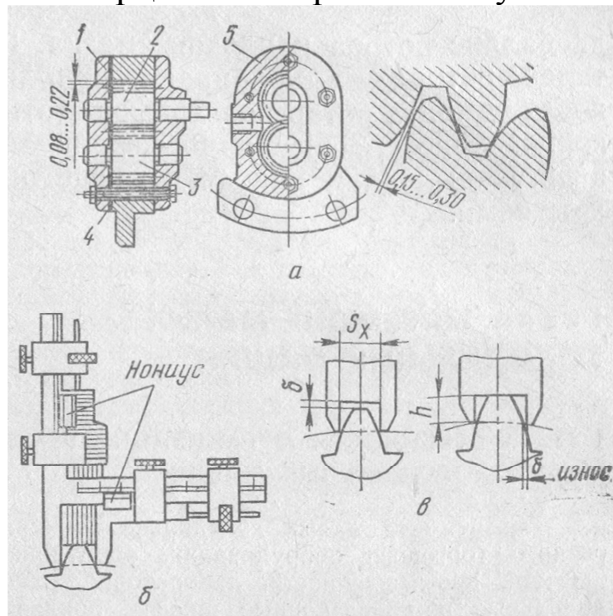


**Рис. 11.10. Приспособления для пропитки колец торцевого уплотнения (а) и для автоматизированной притирки (б):**

1 — привод; 2 — полый вращающийся вал; 3 — воздушник; 4 — редуктор подачи воздуха; 5 — торцевые уплотнения; 6 — автоклав; 7 — смотровое стекло; 8 — обойма с кольцами; 9 — вакуум-насос; 10 — винт ходовой; 11 — конечный выключатель; 12 — стол с притирочной плитой; 13 — кривошипно-шатунный механизм; 14 — головка притирочная со сменным прижимным грузом

### Ремонт шестеренных насосов.

Шестеренные насосы разбирают, осматривают и обмеряют изнашиваемые детали: корпуса, крышки, шестерни, втулки и резиновые уплотнения. В корпусе  $v$ , более всего подвержена износу сторона всасывания. Износ корпуса приводит к нарушению соосности деталей. Шестерни и втулки начинают работать с перекосом, и их торцевые поверхности и зубья интенсивнее изнашиваются.

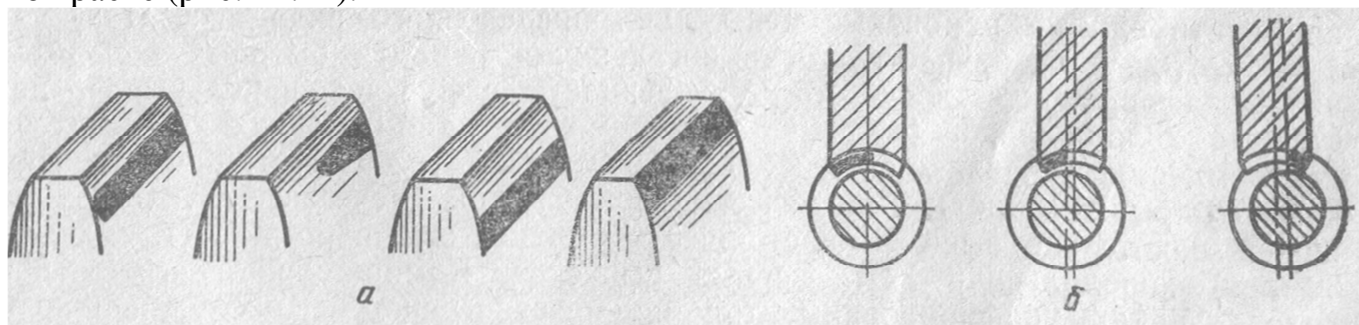


Одним из методов ремонта является смена мест полостей всасывания и нагнетания. Другим методом является метод гильзовки расточки. Шестерни с выкрошившимися зубьями или трещинами бракуют. Цементированные шестерни бракуют при износе цементированного слоя. Износ зубьев в любом случае не должен превышать более 10 % при замере толщины зуба по шаблону или штангензубомером (рис. 11.11, *а* и *б*). При большем износе шестерни подлежат замене.

*Рис. 10.11. Дефектация шестеренных насосов:*

*а* — основные зазоры в масляных насосах: 1 — крышка; 2 — шестерня ведущая; 3 — шестерня ведомая; 4 — прокладка; 5 — корпус насоса; *б*, *в* — измерение износа

Правильность зацепления зубчатых колес и червячных пар в передачах вспомогательных механизмов при их ремонте проверяют по оценке пятна касания по краске (рис. 11.12).



*Рис. 11.12. Проверка правильности зацепления зубчатых (а) и червячных (б) передач по пятну краски.*

### Ремонт вентиляторов.

При профилактическом осмотре и дефектации перед ремонтом вентиляторов обращают внимание на детали, наиболее подверженные износу: подшипники, шейки и шпоночные соединения валов, а также на крепление лопастей и состояние самих лопастей. Причинами интенсивного износа подшипников могут быть ослабление посадки ротора на вал, дисбаланс ротора и плохая смазка. При замене отдельных деталей ротора их подбирают приблизительно одной массы, а после ремонта ротор подвергают статической балансировке. При коррозионном износе

прибегают к защите деталей металлизацией, напылением пластмасс, защитными легкоокрасочными покрытиями.

#### **11.4. РЕМОНТ ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ.**

Необходимым условием надежной работы автоматизированных холодильных установок является регулярное наблюдение за приборами автоматики и своевременное устранение возникающих в них неполадок.

Непрерывно работающие средства автоматики (автоматические регуляторы, измерительные приборы и элементы исполнительной сигнализации) контролируют по периодическому включению и выключению при нормальной работе установки. Возникшие в них неполадки устраняют при обнаружении. Приборы этой группы не требуют специальной проверки. Их профилактический ремонт выполняют одновременно с оборудованием, на котором они установлены.

Приборы автоматической защиты (срабатывающие в аварийных режимах). При нормальной работе холодильной установки судить об исправности этих приборов трудно. Поэтому приборы аварийной сигнализации и автоматической защиты регулярно подвергают не только проверке работоспособности, но контролируют их настройку.

Профилактический осмотр, а в случае необходимости и профилактический ремонт приборов и средств автоматики можно организовать по плану, приведенному в табл. 11.1.

Систематическая проверка приборов защиты обеспечивает надежность работы холодильной установки, безопасность ее обслуживания и поэтому должна проводиться строго по графику.

В ряде случаев проверку необходимо выполнять при работающих машинах и аппаратах, поэтому следует проводить ее осторожно, с соблюдением правил обслуживания.

При проверке средств автоматизации все переключения выполняет персонал, обслуживающий холодильную установку, а наблюдение за срабатыванием приборов автоматики осуществляют работники КИПа машинного отделения.

Реле уровня проверяют принудительной подачей жидкости по специальному трубопроводу, включенному в жидкостную уравнительную линию поплавкового датчика.

Реле контроля смазки (РКС) проверяют с помощью вентиля, установленного на байпасной линии системы смазки компрессоров для снижения давления в масляной системе.

Байпасный вентиль снижения давления масла открывают постепенно, непрерывно наблюдая за показаниями манометров. В момент остановки компрессора фиксируют показания манометра, контролирующего давление масла после насоса, и манометра, Доказывающего давление в картере. Допустимая разность давлений для современных поршневых компрессоров должна быть не менее 0,17 МПа.

## План профилактических мероприятий

Назначение средств автоматики	Приборы и исполнительные механизмы	Периодичность профилактических мероприятий	Содержание работ
Измерение и регулирование температуры	Датчики температуры различных конструкций	Два раза в год	Осмотр приборов, очистка контактов, проверка срабатывания, проверка термосистемы, чистка гильз
Измерение и регулирование уровня жидкости в аппаратах	Измерители и регуляторы уровня	Один раз в два месяца	Очистка фильтров, продувка поплавковых камер и жидкостных уравнительных трубопроводов от загрязнений и масла. Продувка импульсных труб ПРУДа. Проверка настройки приборов
Подача жидкого аммиака или хладона	Соленоидные вентили, терморегулирующие вентили, поплавковые регуляторы	Один раз в месяц (аммиачные и крупные хладоновые установки); один раз в два месяца (мелкие хладоновые установки)	Очистка внешних фильтров от загрязнений, очистка фильтров в приборах, проверка фильтрующих шайб, прочистка железных сердечников. Проверка основного и вспомогательного клапанов. Прочистка гильз в местах установок термобаллонов. Проверка надежности крепления термобаллонов. Проверка герметичности устройств и мест их включения
Управление, сигнализация и защита	Датчики давления, приборы защиты, сигнальные лампы	Не реже одного раза в квартал	Осмотр приборов, очистка контактов, проверка надежности присоединения проводов к клеммам. Проверка срабатывания приборов защиты, предупредительной и аварийной сигнализации. Проверка сигнальных ламп и замена перегоревших. Осмотр предохранителей. Проверка герметичности. Очистка фильтров

Реле высокого давления проверяют при работающем компрессоре, медленно и плавно прикрывая нагнетательный вентиль. Скорость повышения давления не должна превышать 0,05 МПа за 1 мин. Непрерывно наблюдая за показаниями

манометра давления нагнетания, не допускают повышения давления свыше 2,0 МПа. Нормальное давление срабатывания реле должно быть на 0,2—0,3 МПа выше рабочего давления, но ниже давления срабатывания предохранительного клапана компрессора.

После остановки компрессора нагнетательный клапан полностью открывают и осуществляют пуск компрессора.

Реле низкого давления проверяют также при работающем компрессоре постепенным закрытием всасывающего клапана испарителя или отделителя жидкости.

Эту операцию следует выполнять медленно, так как обычно значение давления в испарительной системе незначительно отличается от значений шкалы, на которую настроен прибор.

Реле температуры нагнетания проверяют на специальном стенде или термостате. После проверки прибора чувствительный элемент реле устанавливают в гильзу, находящуюся на нагнетательном трубопроводе. Предварительно необходимо гильзу прочистить и заполнить маслом.

Реле протока воды испытывают с помощью изменения подачи воды в охлаждающую рубашку. Прикрывая клапан, сокращают расход воды до момента остановки компрессора.

После проверки приборов защиты сравнивают параметры, при которых приборы срабатывали, с параметрами, на которые они настроены, и в случае расхождения производят перенастройку приборов.

## **ГЛАВА 12. РЕМОНТ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.**

### ***12.3. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.***

### ***12.4. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ГЕРМЕТИЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ.***

## **12.1. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.**

Для ремонта малых холодильных машин, входящих в состав разнообразного торгового оборудования, оборудования общественного питания и пищевой промышленности, лабораторий (сборные холодильные камеры, холодильные и провизионные шкафы, прилавки, витрины, автоматы газированной воды, охладители и пр.), характерно использование метода после-осмотровых ремонтов в сочетании с методом планово-предупредительного ремонта. Надзор за малыми холодильными машинами и их обслуживание осуществляет выездной мастер базового холодильного ремонтного предприятия — ремонтно-производственного комбината, на крупном промышленном предприятии — мастер специализированного участка цеха или производства централизованного ремонта.

Техническое обслуживание малых холодильных машин проводят, главным образом, по подрядному договору с централизованной ремонтной организацией. Средние и капитальные ремонты холодильных агрегатов малых холодильных машин экономически целесообразно проводить непосредственно в цехах ремонтно-производственных комбинатов, где достигается высокая производительность труда



и наименьшая себестоимость ремонтных работ. При значительных расстояниях до базы централизованного ремонта экономическая эффективность ремонта снижается в результате роста транспортных расходов. Для такого рода оборудования экономически оправданным пределом перевозок считается расстояние в 200—300 км.

Если на ремонтное предприятие поступает агрегат с непросроченным гарантийным сроком, его подвергают дополнительным испытаниям с помощью омметра (определяют сопротивление обмоток статора, межфазное сопротивление, сопротивление по отношению к кожуху компрессора, обрыв внутренних соединительных проводов — пробой проходных контактов), а при необходимости проверяют и механическую часть. Если срок гарантии агрегата просрочен, то при поточном методе ремонта на предприятии происходит обезличивание как самих холодильных агрегатов, так и отдельных их узлов. Это упрощает первичную и отчетную цеховую документацию и позволяет применить единые ремонтные цены для определенного вида агрегатов.

Некоторые особенности имеет организация ремонта бытовых холодильных шкафов. Отечественная промышленность выпускает напольные и настенные холодильники различной вместимости, одно- и двухкамерные, на две температуры охлаждения (более 20 моделей с эксплуатационным сроком службы в 15 лет). Практически срок службы отечественных холодильников значительно выше. В настоящее время все еще работают (т. е. более 30 лет) холодильники ЗИЛ первых выпусков. Компрессорные агрегаты в холодильниках унифицированы, тем не менее в системе обслуживания и ремонта мастеру приходится сталкиваться с большим сроком службы деталей и узлов, со всем многообразием марок и моделей, включая снятые с производства и зарубежные холодильники.

Установлено, что если взять за критерий экономической целесообразности величину расходов на ремонт, то для отечественных холодильников целесообразным сроком эксплуатации без учета влияния фактора морального старения будет являться срок в 16—17 лет.

Во всех крупных центрах районов страны заводы-изготовители имеют свои собственные мастерские гарантийного ремонта. Благодаря таким мастерским завод-изготовитель может обеспечить систему гарантийного ремонта, получать систематизированную и достоверную информацию от потребителя об эксплуатации холодильников, специализировать ремонтные операции, достигнув более высокой производительности труда, чем в мастерских с универсальным оборудованием, и, наконец, может проводить определенную техническую политику, в частности в области повышения надежности холодильников. Система гарантийного и послегарантийного ремонта в мастерских завода-изготовителя является наиболее прогрессивной, производительной и перспективной формой организации ремонтных работ, широко распространенной и за рубежом.

Однако основная масса ремонтных работ проводится специализированными или универсальными мастерскими (ателье ремонта электробытовых приборов), входящими в единую систему бытового обслуживания населения и находящимися в ведении республиканских министерств местной промышленности. Мастерские или отдельные специалисты специализируются по ремонту холодильников

определенного вида или модели. При поступлении заявки на ремонт проводят регистрацию как в книге учета заявок, так и в специальной карточке, оформляемой на каждого потребителя при его первичном обращении в мастерскую. Сведения о проведенном ремонте записывают в эти учетные карточки. Карточки поступают в картотеку отдельно по маркам холодильников и алфавитному порядку фамилий владельцев. Картотека позволяет оценить качество как изготовления, так и ремонта и устранить неисправности при повторных заявках на ремонт.

При гарантийном ремонте вышедшие из строя съемные узлы или детали заменяют новыми. Прогрессивной формой является также абонентное обслуживание, когда мастерская по договору с владельцем выполняет периодический надзор, обслуживание и ремонт и несет ответственность за работоспособность и экономичность холодильника.

## **12.2. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ГЕРМЕТИЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ.**

Технологический процесс ремонта агрегатов в ремонтно-производственном комбинате состоит из следующих основных этапов:

- 1) удаления из агрегата хладона и масла,
- 2) демонтажа электрооборудования и осушительного патрона,
- 3) разборки агрегата на сборочные единицы,
- 4) мойки и дефектации деталей и сборочных единиц,
- 5) сборки и сушки конденсаторно-ресиверной группы,
- 6) сборки агрегата,
- 7) испытания на герметичность,
- 8) зарядки хладоном и маслом,
- 9) установки электрооборудования,
- 10) обкатки, комплектации и сдачи на склад.

На участке разборки осуществляют демонтаж комплектующих изделий, которые в контейнерах направляют на участки дефектации, ремонта и через склад — на участки комплектации отремонтированных агрегатов. Затем удаляют из агрегатов хладон и масло. Масло собирают в емкость для регенерации. Затем агрегат разбирают на основные сборочные единицы: компрессор, конденсатор, ресивер и раму и направляют на специализированные ремонтные участки поточной линии.

На специальном станке фрезой разрезают кожух герметичного компрессора. Для этих же целей можно использовать токарный станок с высотой центров не менее 300 мм. С нижней части кожуха сливают масло.

Мотор-компрессор вместе с нижним полукожухом направляют на разборку, где отсоединяют нагнетательный трубопровод, отпаивают выводные концы статора от проходных контактов и отсоединяют компрессор от полукожуха. Затем на стенде выпрессовывают статор, отсоединяют нагнетательный трубопровод. Полукожухи направляют на мойку, трубопровод в ремонт, а статор и компрессор на участки дефектации.

Проводят визуальную дефектацию компрессора: определяют видимые дефекты компрессора, убеждаются в свободном вращении ротора, устанавливают причины

сгорания электродвигателя. При значительной степени нагрева, при сгорании электродвигателя происходит разложение хладагента и масла с образованием твердых отложений (коксование масла), полимеризованных пленок на поверхности деталей с резким возрастанием кислотного числа в связи с образованием кислот органического происхождения. С такой степенью загрязнений приходит на ремонт до 20 % агрегатов. При меньшей степени сгорания изменяются цвет масла и его кислотное число, иногда выпадает сажа. При локальном выгорании нескольких витков обмотки масло остается чистым без помутнения.

В зависимости от степени загрязнений устанавливают режим очистки и промывки деталей. В первом случае промывают моющими составами, а если детали подвергались воздействию атмосферного воздуха, размягчают специальными составами, травят в 20 %-ной соляной кислоте, промывают холодной и горячей водой, нейтрализуют в 5 %-ном растворе кальцинированной соды, вновь промывают водой и, наконец, пассивируют в 5 %-ном растворе нитрита натрия. Детали сложной конфигурации иногда очищают струями воздуха под давлением 0,4 МПа с добавлением косточковой крошки по принципу дробеструйной очистки. В других случаях ограничиваются промывкой деталей в моющих растворах. Мойка производится в моечных машинах различных конструкций.

После мойки детали и узлы направляют на специализированные участки ремонтной линии. Дефектные компрессоры разбирают на детали, промывают моющими растворами или растворителями, определяют степень износа, используя специальные приспособления, и забраковывают на группы селекции.

Собранные компрессоры проходят холостую обкатку в том случае, если для сборки использовались неприработанные детали. На этом же участке проверяют на холостом ходу компрессоры, поступившие на ремонт без видимых дефектов. О качестве работы трущихся пар судят по показателям ваттметра. При положительных результатах компрессор проходит дальнейшие испытания наряду с отремонтированными машинами: измерение объемной производительности по времени заполнения ресивера. В случае недостаточной производительности заменяют клапаны. После обкатки и испытания на производительность компрессор в сборе обезжиривают в органическом растворителе. Статоры электродвигателя после ремонта также моют в растворителе (трихлорэтилен).

Осушка системы холодильного агрегата — ответственный этап работы. Узлы агрегата и сам агрегат осушают сухим воздухом с точкой росы — 55 °С. Агрегат осушается также хладагентом уже в собранном виде (без предварительной сушки узлов). Процесс сушки при этом совмещают с обкаткой, а влагу из цикла удаляют вымораживанием или адсорбцией на натрийкатионитовых цеолитах. При вымораживании влаги сжиженный хладагент из ресивера поступает в теплообменник-вымораживатель, где выкипает при -25...-35 °С. Выпадающие гидраты фильтруют на механическом фильтре.

В сборе со статором компрессор устанавливают в полукожух. Проходные контакты полукожухов проверяют на герметичность, и к ним припаивают электропроводку. Омметром проверяют сопротивление обмоток статора и правильность выполнения электросоединений. После присоединения трубопровода к нагнетательному штуцеру компрессора проводят его пуск на 3—5 с. при

номинальном напряжении с целью выявления неисправностей в механизме движения и электрической части. После высоковольтных испытаний электроизоляции кожух заваривают.

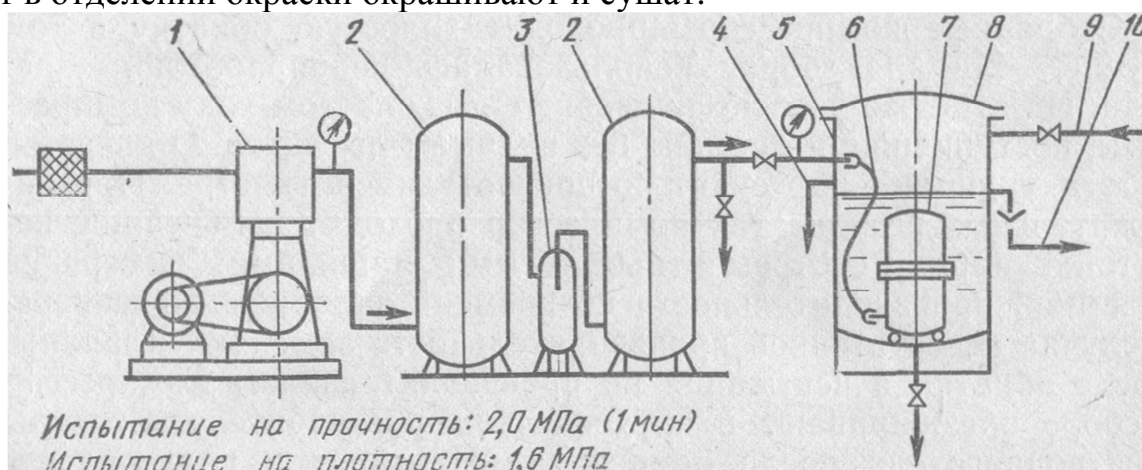
Для испытаний изоляции используют стенды, позволяющие одновременно обкатывать компрессор и фиксировать обнаруженный пробой на табло.

Прочность кожуха компрессора проверяют в бронебанне на давление 2 МПа и плотность соединений на 1,6 МПа (рис. 12.1).

Ремонт и сборка конденсатора и ресивера не отличаются от описанного выше процесса ремонта и сборки холодильного агрегата открытого исполнения. Конденсаторно-ресиверную группу собирают и испытывают в ванне с водой на плотность соединений. После вакуумирования до остаточного абсолютного давления не более 13 Па (0,1 мм рт. ст.) агрегат заряжают маслом и хладоном и вновь испытывают на плотность в ванне с водой при 40—45 °С. На агрегат устанавливают электродвигатель с вентилятором, клеммную колодку, пускозащитное реле и другое электрооборудование, после чего проверяют правильность электросоединений.

После обкатки и осушки агрегата устанавливают фильтр-осушитель с адсорбентом, обеспечивающим надежную и безопасную работу машины на длительный срок эксплуатации: 10—12 лет.

Затем места соединений проверяют галоидным течеискателем на герметичность, агрегат в отделении окраски окрашивают и сушат.



**Рис. 12.1. Испытание герметичного компрессора в бронебанне после сварки кожуха:**

1 — воздушный компрессор; 2 — ресивер; 3 — маслоотделитель; 4 — сброс воздуха в случае разрыва кожуха; 5 — бронебанна; 6 — гибкий шланг; 7 — герметичный компрессор; 8 — крышка, откидываемая на период испытаний на плотность; 9 — подача воды; 10 — перелив воды

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ВСН 218-85 Монтаж технологического оборудования предприятий мясо-молочной промышленности [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://www.infosait.ru/norma\\_doc/9/9673/index.htm](http://www.infosait.ru/norma_doc/9/9673/index.htm). – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.
2. Об утверждении Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации фреоновых холодильных установок [Электронный ресурс]: Постановление Минтруда РФ от 22.12.2000 N 92. // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=79841;dst=0;ts=82664C35B6091B73521C118DC449AD2E;rnd=0.518063740823811> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 12.07.2015.
3. Об утверждении Правил безопасности аммиачных холодильных установок [Электронный ресурс]: Постановление Госгортехнадзора РФ от 09.06.2003 N 79 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 19.06.2003 N 4779) // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=43343>. – Загл. с экрана. Дата обращения: 12.07.2015.
4. СНИП 3.05.05-84 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://snipov.net/database/c\\_3383563195\\_doc\\_4294854706.html](http://snipov.net/database/c_3383563195_doc_4294854706.html). – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.
5. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://snipov.net/database/c\\_4164564190\\_doc\\_4294852045.html](http://snipov.net/database/c_4164564190_doc_4294852045.html). – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.07.15.
6. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс]. – Введ. 29-09-1988(ред. от 20.06.2000) // КонсультантПлюс: сайт. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=136806;dst=0;ts=73810FB5921AB7A81C9B80F6FA7E778F;rnd=0.008966543340491628> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 15.07.2015.
7. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://snipov.net/database/c\\_4161967190\\_doc\\_4294852044.html](http://snipov.net/database/c_4161967190_doc_4294852044.html). – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.07.15.
8. ГОСТ 18353-79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-18353-79>. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 17.07.15.
9. ГОСТ 356-80 Арматура и детали трубопроводов. Давления номинальные пробные и рабочие. Ряды [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://snipov.net/database/c\\_4064561190\\_doc\\_4294848764.html](http://snipov.net/database/c_4064561190_doc_4294848764.html). – Загл. с экрана. – Дата обращения: 10.07.15.

10. Димитриев, В. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования: цикл лекций / В. Димитриев. – Кишинев: ТУМ, 2008. – 113 с.: ил.
11. Игнатъев, В.Г. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования. / В.Г. Игнатъев, А.И. Самойлов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 232 с.: ил.
12. Невейкин, В.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильных установок / В.Ф. Невейкин. – М.: Агропром издат, 1989. – 287 с.: ил.
13. Онищенко, Н.П. Безопасные методы работы при монтаже, наладке, эксплуатации и ремонте аммиачных холодильных установок. / Н.П. Онищенко. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.— 280 с.: ил.
14. Якшаров, Б.П. Справочник механика по холодильным установкам / Б.П. Якшаров, И.В. Смирнова. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние. 1989. – 312 с., ил.
15. Яцков, А.Д. Диагностика, монтаж и ремонт технологического оборудования пищевых производств: учебное пособие / А.Д. Яцков, А.А. Романов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 120 с.: ил.
16. SNROITELSTVO-NEW.RU [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.stroitelstvo-new.ru/holodilnye-ustanovki/remont.shtml> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.
17. Промышленные холодильники [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://x-world5.com/category/razdel-15-remont-oborudovaniya-holodilnyh-ustanovok/> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.
18. Устройство, монтаж, ТО и ремонт холодильных установок [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://book-gu.ru/2013/05/ustrojstvo-montazh-to-i-remont-xolodilnyx-ustanovok/> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 05.07.15.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1

Таблица 1.1

Нормативы численности слесарей-ремонтников холодильных установок.

Холодопроизводительность компрессора, кВт (база)	Хладагент	Тип компрессора	На один компрессор, чел.
35 – 100 (III)	Аммиак	Сальниковый	0,098 – 0,24
	Хладон	»	0,062 – 0,138
115 – 250 (IV)	Аммиак	»	0,147 – 0,217
	Хладон	»	
350 – 500 (V)	Аммиак	Поршневой	0,45
	Хладон	Винтовой	0,19
600- 1400 (VI)	Аммиак	Поршневой	0,52 – 0,85
Свыше 1500 (VII)	»	Центробежный	0,7
	Хладон	»	0,6

**СУТОЧНЫЙ ЖУРНАЛ РАБОТЫ  
КОМПРЕССОРНОГО ЦЕХА (ТИПОВАЯ ФОРМА),  
ЗА «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_  
(день) (месяц, год)**

Оборудование*	Параметры	Температура, °С. Давление (по манометру), МПа (кгс/см <sup>2</sup> )					Время		Работа за сутки, ч	
		Часы измерения (через каждые 2 ч) в течение суток					Средние за сутки	пуска		оста- новки
		2	4	6	...	24				
Компрессор одноступен- чатый №	Давление всасывания									
	Температура кипения									
	Температура всасывания									
	Температура нагнетания									
	Давление нагнетания									
	Давление масла									
Комп- рессор двух- сту- пенча- тый №	С	Давление всасывания								
		Температура кипения								
	Н	Температура всасывания								
		Температура нагнетания								
	Д	Давление нагнетания								
		Давление масла								
	С	Давление всасывания								
		Температура кипения (промежуточная)								
	В	Температура всасывания								
		Температура нагнетания								
	Д	Давление нагнетания								
		Давление масла								



Конденсатор №	Давление конденсации									
	Температура конденсации									
	Температура поступающей воды									
Испаритель №	Давление									
	Температура поступающего хладагента									
	Температура отходящего хладагента									
	Плотность хладагента									
Температура аммиака перед распределительной станцией	Одноступенчатое сжатие									
	Двухступенчатое сжатие									
Температура свежей воды										
Температура наружного воздуха										

Работа насосов										Работа за сутки, ч
№ п/п	Насосы*	Проектная температура кипения, °С	Давление нагнетания насоса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )					Время		
			Часы измерения (через каждые 2 ч) в течение суток					пуска	остановки	
			2	4	6	...	24			
	Аммиачные									
	Водяные									
	Рассольные									
	Ледяной воды									

Спуск масла из системы, кг	Смена			
	Место спуска*	I	II	III
Конденсатор №				
Испаритель №				
Маслоотделитель №				
Циркуляционный ресивер №				
Дренажный ресивер №				
Линейный ресивер №				
Защитный ресивер №				
Отделитель жидкости №				
Промежуточный сосуд №				

Льдогенератор №			
Скорморозильный аппарат №			
Воздухоохладители камеры №			
Батареи непосредственного охлаждения камеры №			
ИТОГО			

Учет температурного режима в камерах								Работа камерного оборудования						
№ камер	Наименование (назначение, использование) камеры	Требуемая (проектная) температура, °С	Фактическая температура воздуха, °С						Средняя за сутки	Время		Работа за сутки, ч	Оттаивание снеговой шубы	
			Часы измерения**							пуска	остановки		начало	конец
			2	6	10	14	18	22						

Примечания (к этой и предыдущим страницам приложения9):

\*) При наличии указанного оборудования.

\*\*\*) В случае отсутствия термометрических станций дистанционного измерения запись температурного режима проводить 2 раза в сутки (8 и 16 ч) по данным технологического цеха.

Условные обозначения:

СНД — степень низкого давления;

СВД — степень высокого давления.

Расходы электроэнергии, воды и вспомогательных материалов (за сутки)	Количество
Электричество (по счетчику), кВт·ч	
Вода (по водомеру), м <sup>3</sup>	
Компрессорное масло, кг	
Хладоноситель (хлористый кальций, хлористый натрий, гликоли и др.), кг	
Аммиак, кг	

Расписка о приеме-сдаче смены (I, II, III)							
Ф.И.О.	Должность	I		II		III	
		принял	сдал	принял	сдал	принял	сдал
Замечания дежурных смен по работе холодильной установки (оборудования, систем, приборов автоматики и т. д.)		Распоряжение начальника цеха					

Начальник компрессорного цеха

(Подпись)

**Для заметок**

Учебное издание

## Эксплуатация и ремонт холодильных установок

Учебное пособие

К.А.Бохан

Редактор Е.Н. Осипова

---

Подписано к печати 07.09.2015 г. Формат 60x84 1/16.  
Бумага печатная. Усл. п. л. 9,93. Тираж 20 экз. Изд. № 3454.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ