Библиотека СОК

Н. П. ОНИЩЕНКО

Безопасные методы работы при монтаже наладке эксплуатации и ремонте аммиачных холодильных установок

Н. П. ОНИЩЕНКО

Безопасные методы работы при монтаже наладке эксплуатации и ремонте аммиачных холодильных установок

Москва
Легкая и пищевая промышленность
1984

ББК 31.392
О-58
УДК 621.565:658.382.2/.3

Онищенко Н. П. Безопасные методы работы при монтаже, наладке, эксплуатации и ремонте аммиачных холодильных установок.— М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.— 280 с.

В книге изложены основные положения техники безопасности при монтаже, эксплуатации и ремонте холодильных машин, аппаратов, систем охлаждения, регулирующей и запорной арматуры, предохранительных устройств, контрольно-измерительных приборов и вспомогательного оборудования аммиачных холодильных установок.

Дана краткая характеристика аммиака как холодильного агента, хладоносителей, приборов автоматического регулирования, контроля и защиты холодильных установок.

Приведены основные требования к холодильным установкам, меры предосторожности при выполнении монтажных, наладочных и ремонтных работ, правила регулирования температурного режима, причины и способы устранения возможных отклонений от нормальной работы холодильных установок.

Изложены меры безопасности при пополнении системы аммиаком, наполнении баллонов, сливе холодильного агента из цистерн, удалении снеговой шубы с охлаждающих поверхностей, смазочных масел и воздуха из системы, вскрытии аппаратов, добавлении смазочных масел в картер компрессора и др.

Дано краткое описание технического надзора за холодильным оборудованием, способов оказания доврачебной помощи пострадавшим при несчастных случаях и авариях, средств и методов тушения возникших пожаров.

Предназначена для инженерно-технических работников, занятых монтажом, наладкой, эксплуатацией и ремонтом аммиачных холодильных установок пищевой промышленности и торговли.

Табл. 14. Ил. 46. Библиография — 43 названия.

Рецензенты: **В. П. Колокольников,** канд. техн. наук **В. К. Лемешко**

НИКОЛАЙ ПАВЛОВИЧ ОНИЩЕНКО

Безопасные методы работы при монтаже, наладке, эксплуатации и ремонте аммиачных холодильных установок

Редактор **Г. А. Гусева.** Художник **М. В. Носов.** Художественный редактор **И. В. Тыртычный.** Технический редактор **Т. С. Пронченкова.** Корректоры **Т. А. Лашкина, А. И. Гурычева**

ИБ № 665

Сдано в набор 19.03.84. Подписано в печать 01.08.84. Т-14595. Формат $60\times90^1/_{16}$. Бумага кн. журнальная. Литературная гарнитура. Высокая печать. Объем 17,50 п. л. Усл. п. л. 17,50. Усл. кр.-отт. 17,75. Уч.-изд. л. 20,04. Тираж 17 000 экз. Заказ № 680. Цена 1 р. 20 к.

Издательство «Легкая и пищевая промышленность»,
113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., д. 12.
Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 191126, Ленинград, Социалистическая ул., 14.

О $\frac{2303050000—003}{044(01)—84}$ 3—84

© Издательство «Легкая и пищевая промышленность», 1984.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Охрана труда в СССР — одна из важнейших социально-экономических задач, включающая широкую систему правовых, технических и экономических мероприятий, направленных на обеспечение безопасных и здоровых условий труда.

В 1969 г. Верховный Совет СССР утвердил Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении, а в 1970 г. — Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о труде. Эти общегосударственные документы определяют и регламентируют правовые основы охраны труда.

В законодательстве об охране труда отражено следующее: правила организации охраны труда на предприятиях (в учреждениях); о планировании и финансировании мероприятий по охране труда; правила по технике безопасности и производственной санитарии, в том числе правила, обеспечивающие индивидуальную защиту работающих от производственных травм и профессиональных заболеваний, включая льготы и компенсации за неблагоприятные (вредные) условия труда; правила и нормы по специальной охране труда женщин, молодежи и лиц с пониженной трудоспособностью; правила, регулирующие деятельность органов государственного надзора и общественного контроля в области охраны труда; правовые нормы, в которых предусматривается ответственность за нарушения законодательства об охране труда.

С 1 апреля 1972 г. введен в действие Кодекс законов о труде (КЗоТ) РСФСР, разработанный в соответствии с Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о труде. В вводной части КЗоТ РСФСР указано, что охрана здоровья трудящихся, обеспечение безопасных условий труда, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма составляют одну из главных забот Советского государства. Право на здоровые и безопасные условия труда КЗоТ РСФСР относит к основным трудовым правам рабочих и служащих.

В 1972 г. создается система стандартов по безопасности труда (ССБТ), представляющая собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасных условий труда, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда. Решение этой важной задачи обеспечивается путем стандартизации требований безопасности, т. е. включения этих требований в стандарты и технические условия на все виды серийно выпускаемой продукции. ССБТ устанавли-

вает организационно-методические положения по строению системы; требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов; требования безопасности к производственному оборудованию; требования безопасности к производственным процессам; требования к средствам защиты работающих.

В нашей стране создана эффективная система, в которую входят службы по технике безопасности и производственной санитарии, функционирующие на каждом предприятии, научно-исследовательские институты охраны труда, государственные и профсоюзные органы технического санитарного надзора. Вопросы улучшения условий и охраны труда обсуждаются на всех партийных и профсоюзных съездах, на которых принимаются конкретные решения и постановления.

Охрана труда граждан гарантирована Конституцией СССР. Конституция СССР закрепляет право граждан СССР на охрану здоровья. Это право, в частности, обеспечивается развитием и совершенствованием техники безопасности и производственной санитарии; проведением широких профилактических мероприятий; бесплатной квалифицированной медицинской помощью, оказываемой государственными учреждениями здравоохранения.

Коммунистическая партия и Советское правительство и сейчас повседневно уделяют большое внимание охране труда.

Важнейшая часть намеченной XXVI съездом КПСС программы экономического и социального развития Советского государства — забота о человеке, повышении его материального и культурного уровня, создание во всех отраслях народного хозяйства безопасных и безвредных условий труда. В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года, принятых XXVI съездом КПСС, намечено осуществить глубокие преобразования в важнейшей сфере жизнедеятельности людей — в труде, улучшить и облегчить его условия, обеспечить широкие возможности для высокопроизводительной и творческой работы.

Коммунистическая партия и Советское правительство уделяют большое внимание техническому перевооружению промышленности, сельского хозяйства, строительства и транспорта. Техническое перевооружение партия рассматривает как решающее средство улучшения условий труда, превращения всех производств в безопасные, удобные для человека. Партией и правительством предусматривается дальнейшая автоматизация производственных процессов, внедрение в производство новой техники, более совершенных машин и аппаратов, а также улучшение воспитательной работы, производственного быта, подготовки кадров и повышение квалификации, обучение безопасности труда при повышении квалификации, совершенствование работы научно-исследовательских организаций. Глубокие теоре-

тические знания и практические навыки в работе, приобретенные в процессе обучения, — основные условия обеспечения безопасных условий труда. Как показывает анализ, там, где к вопросам обучения подходят со всей серьезностью, уровень травматизма и аварийность ниже.

Особенно это касается вредных производств и производств с повышенной опасностью, к которым относится и холодильная промышленность. Наличие на предприятиях аммиачных холодильных установок, работающих под большим избыточным давлением и содержащих значительное количество взрывоопасного и токсичного вещества — аммиака (по взрывоопасности относится к категории ПА и группе Т1, по токсичности — к 4-му классу опасности), требует постоянного повышенного внимания к вопросам техники безопасности и производственной санитарии.

Несоблюдение норм безопасности, промышленной санитарии и противопожарной техники при монтаже, наладке, эксплуатации и ремонте оборудования аммиачных холодильных установок, невнимательность при обслуживании, неправильные действия обслуживающего персонала при возникновении аварийных ситуаций, усугубляющие эти ситуации, могут привести не только к повреждению оборудования, но и к тяжелым последствиям для обслуживающего персонала и окружающих людей Только строгое выполнение правил по технике безопасности, промышленной санитарии и пожарной безопасности может гарантировать безопасный труд при работе на холодильных установках. Задача заключается в том, чтобы все инженерно-технические работники, занятые монтажом, наладкой, эксплуатацией и ремонтом оборудования, а также машинисты аммиачных холодильных установок изучили эти правила и усвоили безопасные методы работы. Необходимыми условиями предупреждения несчастных случаев при эксплуатации установок является обязательное выполнение профилактических мероприятий — регулярный осмотр холодильного оборудования; проверка исправности приборов, средств защитной автоматики, контрольно-измерительных приборов и предохранительных клапанов в установленные сроки; периодическая ревизия и ремонт запорной арматуры; немедленное устранение замеченных дефектов; своевременный и качественный профилактический ремонт холодильных компрессоров в соответствии с утвержденным графиком и др.

В 1963 г. Госторгиздат, впервые в СССР, издал книгу автора «Техника безопасности на аммиачных холодильных установках», в которой отражены были только вопросы безопасной эксплуатации оборудования. Издательство «Машиностроение» в 1969 г. переиздало эту книгу с уточненным названием—«Техника безопасности при эксплуатации аммиачных холодильных установок». Обе книги представляли собой практическое

пособие по технике безопасности для машинистов аммиачных холодильных установок.

После выхода в свет второго издания книги прошло 15 лет. За этот период выпущены новые нормативные документы, произошли большие изменения в устройстве, оснащении автоматизацией холодильных установок, прекращено производство аммиачных компрессоров малой производительности и др.

Настоящая книга является совершенно новым трудом автора, охватывает более широкий круг вопросов по технике безопасности, промышленной санитарии и пожарной безопасности, отражает накопившийся в нашей стране за истекший период времени опыт не только по эксплуатации, но и по монтажу, наладке и ремонту аммиачных холодильных установок промышленного назначения.

В книге использованы основные положения по упорядочению технической эксплуатации аммиачных холодильных установок на предприятиях мясной и молочной промышленности, изложенные в трудах Всесоюзного научно-исследовательского и конструкторско-технологического института холодильной промышленности (ВНИКТИхолодпром).

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занятых монтажом, наладкой, эксплуатацией и ремонтом оборудования аммиачных холодильных установок предприятий мясной, молочной, консервной, маслодельной, сыродельной, пищевой, рыбной промышленности и системы минторговли.

Она может быть полезной также предприятиям других отраслей народного хозяйства (химическая, нефтехимическая, нефтеперерабатывающая, машиностроение, сельское хозяйство, метрострой, Дворцы спорта), эксплуатирующим промышленные аммиачные холодильные установки.

Автор выражает глубокую благодарность за полезные замечания и ценные советы рецензентам: В. П. Колокольникову и В. К. Лемешко.

Отзывы и пожелания просьба направлять по адресу: 113035, М-35, Москва, 1-й Кадашевский пер., 12. Издательство «Легкая и пищевая промышленность».

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ХОЛОДИЛЬНЫМ УСТАНОВКАМ

Требования к помещениям холодильных установок

Машинные и аппаратные отделения аммиачных холодильных установок размещают в одноэтажных зданиях, пристроенных к корпусу холодильника или производственного здания, а также в отдельных зданиях центральных холодильных станций при обслуживании нескольких потребителей холода. Они могут быть встроены в контур холодильника или одноэтажного производственного здания, от помещений которых их отделяют капитальными стенами, не имеющими проемов. Размещение помещений с постоянными рабочими местами, а также бытовых и вспомогательных помещений над машинными и аппаратными отделениями аммиачных холодильных установок не разрешается. Машинные и аппаратные отделения проектируемых аммиачных холодильных установок располагают только на первом этаже; размещение аппаратов, насосов и трубопроводов в подвальных помещениях не допускается. Ограждающие конструкции здания машинного и аппаратного отделений должны иметь легкосбрасываемые элементы (окна, двери) общей площадью не менее 0,03 м^2 на 1 м^3 объема помещения.

Высоту машинных отделений для аммиачных холодильных установок строящихся холодильников принимают 4,8 м (для реконструируемых — не менее 3,6 м), высоту аппаратных отделений — не менее 3,6 м (для реконструируемых — не менее 3 м) до низа несущих конструкций покрытия. При выборе высоты отделений учитывают высоту оборудования, возможность создания подпора на всасывании аммиачных насосов, ведения ремонтных работ, использования грузоподъемных механизмов.

В машинном отделении аммиачной холодильной установки предусматривают не менее двух выходов, один из которых — непосредственно наружу. Выходы располагают на максимально возможном расстоянии друг от друга. Допускается устройство одного выхода из небольших машинных отделений (площадью не более 40 м^2) при условии размещения холодильной установки у стены, противоположной выходу, таким образом, чтобы в процессе эксплуатации исключалась необходимость нахождения обслуживающего персонала за холодильной установкой (по отношению к выходу).

Аппаратное отделение часто размещают в отдельном помещении, смежном с машинным отделением. При наличии выхода

в машинное отделение оно должно иметь запасной выход наружу. Если устройство выхода из аппаратного отделения наружу невозможно, то аппараты, насосы и другое оборудование размещают совместно с компрессорами в общем зале машинного отделения.

Двери машинного и аппаратного отделений должны открываться в сторону выхода. Из машинного и аппаратного отделений допускается выход в помещения электрораспределительных и вентиляционных устройств, в помещения для щитов контроля и автоматики (при условии, что эти помещения имеют выход наружу) и в коридор подсобно-бытовых помещений машинных отделений. Устройство выходов непосредственно в производственные помещения или в прилегающие к ним коридоры и на лестничные клетки не разрешается.

Полы машинных и аппаратных отделений должны быть ровными, нескользкими и выполненными из несгораемого материала. Непроходные каналы и люки должны закрываться заподлицо с полом съемными плитами или металлическими рифлеными листами. Отметка пола машинного отделения и сообщающихся с ним подсобных помещений не должна быть ниже уровня территории. Если эта отметка превышает уровень двора, на выходе из машинного отделения должна быть устроена наружная площадка со ступенями.

В машинном (аппаратном) отделении допускается устройство открытого приямка для установки насосов. Приямок ограждают перилами высотой не менее 1,1 м и снабжают двумя лестницами. При глубине приямка более 2 м предусматривают выход из него непосредственно наружу с расположением лестницы вне приямка.

Для экстренного отключения всего оборудования (электродвигатели компрессоров, насосов) снаружи на стене машинного отделения аммиачной холодильной установки устанавливают две кнопки общего аварийного отключения, одну — возле рабочего входа, вторую — возле двери запасного выхода. Одновременно с отключением электропитания оборудования эти кнопки должны автоматически включать в работу аварийную вентиляцию. Снаружи, у входных дверей машинного и аппаратного отделений устанавливают звонок для вызова обслуживающего персонала, а также телефон со звонком громкого боя.

Холодильные камеры, температура в которых 0 °С и ниже, оборудуют системой сигнализации «человек в камере». Устройства для подачи из камеры свето-звукового сигнала размещают около дверей камеры на высоте не более 50 см от пола. Они должны быть обозначены светящимися указателями с надписью о недопустимости загромождения их грузом и защищены от повреждений. Сигнал «человек в камере» должен поступать в вестибюль (коридор) холодильника и в машинное отделение с постоянным дежурством персонала.

Параметры воздуха в помещениях машинного и аппаратного отделений должны соответствовать ГОСТ 12.1.005—76 «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» и СНиП II-33-82 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

Машинные и аппаратные отделения аммиачных холодильных установок оборудуют приточно-вытяжной вентиляцией с кратностью воздухообмена в час, определяемой расчетом, но не менее 2 для притока и 3 для вытяжки. Кроме того, в отделениях предусматривают аварийную вытяжную вентиляцию, рассчитанную на восьмикратный обмен воздуха в час. Производительность аварийной вентиляции должна обеспечиваться независимо от производительности рабочей вентиляции. Использование аварийной вентиляции в качестве рабочей недопустимо. Приток и вытяжку воздуха осуществляют из верхней и нижней зон помещений. Пусковые приспособления аварийной вентиляции устанавливают внутри вентилируемых помещений и на наружной стене здания. При некруглосуточном обслуживании автоматизированных аммиачных холодильных установок аварийная вентиляция должна включаться автоматически в случае превышения предельно допустимой концентрации аммиака в воздушной среде помещений. Электропитание аварийной вентиляции должно быть предусмотрено как от основного, так и независимого источника энергии.

Помещения для приборов и средств автоматизации, в которых искрение контактов наиболее вероятно, оборудуют приточной вентиляцией с подпором не менее 196 Па (~20 мм вод. ст.), препятствующим проникновению в помещение воздуха с повышенной концентрацией аммиака. Для бытовых помещений при машинном отделении предусматривают отдельную систему вентиляции и отдельное помещение вентиляционной камеры. Установка в помещении вентиляционной камеры машинного и аппаратного отделений вентиляционных установок производственных помещений не разрешается. Помещения вентиляционных камер машинного и аппаратного отделений должны быть обособлены от вентиляционных камер, обслуживающих другие помещения, и иметь эвакуационные выходы. Электродвигатели рабочих приточных и вытяжных вентиляторов машинного и аппаратного отделений должны быть выполнены в любом взрывозащищенном исполнении (ГОСТ 12.2.020—76).

Система отопления должна обеспечивать в помещениях машинных и аппаратных отделений холодильных установок расчетную температуру, равную 16 °С, при неработающем оборудовании. При этом в машинном и аппаратном отделениях допускается применять водяную или воздушную систему отопления с температурой на поверхности нагревательных устройств (элементов) не выше 130 °С при теплоносителе постоянных параметров в течение отопительного периода. Допускается приме-

ление парового отопления с температурой на поверхности нагревательных приборов не выше 130 °С.

Хорошее освещение помещений и рабочих мест повышает безопасность работы, способствует повышению производительности труда и улучшению качества продукции. Организация рационального освещения производственных помещений и территории предприятий является важным условием улучшения гигиены труда и культуры производства.

В помещениях машинных и аппаратных отделений холодильных установок предусматривают следующие виды освещения: рабочее, местное (для осмотра и ремонта) и аварийное.

Освещенность рабочих поверхностей в машинных и аппаратных отделениях должна соответствовать СНиП II-4—79 «Естественное и искусственное освещение». При использовании ламп накаливания минимальная освещенность — 75 лк, при использовании люминесцентных ламп — 150 лк (система общего освещения).

Освещенность приборов контроля должна составлять не менее 300 лк при использовании любых ламп (система комбинированного освещения).

Помещения машинного и аппаратного отделений, а также подземные проходные каналы и туннели с аммиачными трубопроводами и распределительной арматурой оборудуют кроме рабочего освещения аварийным от независимого источника (аккумуляторные батареи), автоматически включающегося при отключении основного источника освещения.

При осмотре, ремонте и чистке внутренних полостей машин и аппаратов аммиачных холодильных установок пользуются только переносными светильниками (местное освещение) во взрывозащищенном исполнении напряжением не выше 12 В, электрическими карманными и аккумуляторными фонарями. Меры безопасности при пользовании переносными электрическими светильниками приведены в главе 5 «Ремонт оборудования холодильных установок».

В машинном и аппаратном отделениях холодильных установок необходимо иметь переносные аккумуляторные фонари на случай прекращения подачи электроэнергии.

Стены, потолок и холодильное оборудование должны быть окрашены в соответствии с действующими нормативами по рациональной цветовой отделке поверхностей производственных помещений и технологического оборудования промышленных предприятий.

При машинных отделениях холодильных установок с ручным обслуживанием должны быть предусмотрены гардеробные для персонала, санузел и умывальник.

Требования к размещению оборудования и прокладке технологических трубопроводов

При компоновке холодильного оборудования стремятся обеспечить удобство монтажа, обслуживания и ремонта оборудования; компактность взаимного расположения оборудования, позволяющую сократить площадь для его установки и протяженность коммуникаций; возможность расширения и реконструкции без длительной остановки оборудования; выполнение требований взрыво- и пожаробезопасности.

При расположении оборудования между выступающими частями машин оставляют проход не менее 1 м. Ширина основного прохода для обслуживания или расстояние от регулирующей станции до выступающих частей компрессора должны быть не менее 1,5 м. Проход между гладкой стеной и машиной должен быть не менее 0,8 м (если он не основной для обслуживания). Расстояние между колонной и выступающей частью машины допускается делать равным 0,7 м. Разрешается располагать аппараты у стены. Вся запорная арматура должна быть установлена на высоте, доступной для обслуживания. К оборудованию, расположенному в помещении или снаружи, должен быть обеспечен доступ для обслуживания и ремонта.

Для обслуживания на уровне выше 1,8 м от пола оборудования или арматуры должна быть устроена металлическая площадка с ограждением и лестницей. При длине площадки более 6 м лестницы должны быть на обеих ее концах. Допускается применение приспособлений для прикрепления к площадкам переносных или откидных лестниц. Площадки и лестницы должны иметь поручни, закраины и один промежуточный горизонтальный элемент. Высота поручней должна быть 1 м, закраин — не менее 0,15 м. Расстояние между стойками поручней не должно быть более 2 м.

Для повышения безопасности эксплуатации холодильной установки конденсаторы, линейные ресиверы и маслоотделители как аппараты высокого давления с содержанием большого количества аммиака размещают снаружи вблизи машинного отделения. Это оборудование, как и ресиверы для хранения запаса аммиака, ограждают металлическим барьером с запирающимся входом. Ресиверы защищают навесом из облегченных конструкций от солнечных лучей и осадков.

В местах, где аммиачная арматура, трубопроводы, батареи или воздухоохладители могут быть повреждены транспортными средствами или грузами, устраивают металлические защитные ограждения. Размещение арматуры и трубопроводов в шахтах действующих подъемников воспрещается.

Электрораспределительные устройства и трансформаторные подстанции не должны размещаться непосредственно в помещениях машинных и аппаратных отделений. Их устройство,

размещение и ограждающие конструкции должны соответствовать Правилам устройства электроустановок.

Для вновь строящихся предприятий при наличии в системах автоматизации центральных командных пунктов устройства сигнализации, управления и регулирования должны размещаться в обособленном помещении главного щита автоматики, смежном с машинным или аппаратным отделениями (или внутри них) и оборудованном в соответствии с Правилами устройства электроустановок. Допускается устройство в разделяющей стене или перегородке тщательно уплотненного остекления площадью не более 3 м^2. В помещении командного пункта должен при этом поддерживаться подпор воздуха, создаваемый не связанной с машинным отделением системой приточной вентиляции.

Электрооборудование, устанавливаемое в помещениях машинных и аппаратных отделений аммиачных холодильных установок, должно применяться в закрытом исполнении в соответствии с Правилами устройства электроустановок, а приборы автоматики должны соответствовать классу помещений В-1б.

В помещениях класса В-1б заземляющие проводники должны обеспечить силу тока однополюсного замыкания, достаточную для надежной работы защиты. Эта сила должна превышать номинальную силу тока предохранителя в 4 раза, выключателя в 6 раз для обеспечения быстрого автоматического отключения аварийного участка. Защита кабелей и проводов от сверхтоков, марка и способы прокладки их такие же, как в невзрывоопасных помещениях. При напряжении в сети 380 В изоляция проводов и кабелей должна быть рассчитана на напряжение не ниже 660 В.

Большие требования предъявляются к прокладке технологических трубопроводов. К основным технологическим трубопроводам холодильных установок относят трубопроводы, по которым транспортируют холодильные агенты, промежуточные хладоносители и воду, предназначенную для охлаждения паров хладагента и компрессоров; к вспомогательным трубопроводам — воздухо- и маслоспускные, манометровые, оттаивательные, дренажные и трубопроводы для выпуска паров аммиака в атмосферу через предохранительные клапаны.

В соответствии с рабочими условиями (давление, температура) холодильные трубопроводы разделены на пять категорий. Трубопроводы, по которым циркулирует аммиак в соответствии с действующими нормативами, независимо от давления и температуры отнесены к I категории; хладоны — ко II категории; водоаммиачные растворы концентрацией до 40 % — к III категории; от 40 до 60 % — к II категории, выше 60 % — к I категории; вода и промежуточные хладоносители — к V категории; трубопроводы хладагентов, соединяющие предохранительные клапаны с атмосферным воздухом, сливные, спускные, проду-

вочные после запорных устройств — к IV категории. При изготовлении и монтаже трубопроводов различных категорий предъявляют различные требования к точности изготовления, контролю за сварными швами, испытаниям и др.

В холодильных установках применяют стальные бесшовные холоднодеформированные трубы диаметром от 20 до 50 мм и горячедеформированные трубы наружным диаметром свыше 57 мм. Трубы рассчитаны на пробное давление 4 МПа (~40 кгс/см^2) и условное рабочее давление 2,5 МПа (~25 кгс/см^2). Трубопроводы для воды и рассола выполняют из сварных газопроводных и из бесшовных труб. Диаметры трубы выбирают в зависимости от расхода перемещаемой жидкости или пара и скорости движения в трубопроводе. При расчетах для аммиачных холодильных установок принимают следующие скорости: во всасывающих трубопроводах — от 10 до 20 м/с, в нагнетательных — от 12 до 25, жидкостных — от 0,5 до 1, рассольных — от 1 до 1,5.

Трубы соединяют газовой сваркой, с помощью фланцев или на резьбе. Фланцевые соединения применяют для стальных труб, соединенных с аппаратами; соединение на резьбе с помощью гайки или муфты — для труб малых диаметров, контрольно-измерительных приборов и средств автоматики.

Прокладку аммиачных трубопроводов по территории предприятия выполняют надземной на опорах, на высоте, обеспечивающей свободное движение транспорта. Прокладка новых аммиачных трубопроводов в подземных каналах (проходных и непроходных) не разрешается.

Существующие подземные туннели с аммиачными трубопроводами, проложенные по территории предприятия, должны иметь два выхода, из которых один непосредственно наружу, приточно-вытяжную вентиляцию, аварийное и ремонтное освещение и аварийную сигнализацию в машинное отделение.

Для уменьшения влияния вибрации, вызываемой работой компрессоров, фундаменты под компрессоры отделяют от конструкций здания (фундаментов стен и перекрытий), площадки между фундаментами смежных компрессоров выполняют вкладными, свободно опирающимися на фундаменты; трубопроводы, присоединяемые к компрессорам, крепят к конструкциям здания нежестко (при необходимости применения жестких креплений предусматривают соответствующие компенсирующие устройства); обеспечивают достаточную гибкость трубопроводов, соединяющих компрессоры с оборудованием, что позволяет компенсировать деформации; не допускают большого количества поворотов обвязочных трубопроводов; направления трубопроводов изменяют с максимальным радиусом поворота. На прямых участках аммиачных трубопроводов диаметром более 50 мм и длиной больше 100 м устанавливают компенсаторы (в горизонтальной плоскости) и крепления, обеспечивающие

изменение длины трубопроводов при уменьшении или увеличении их температуры.

Аммиачные трубопроводы к охлаждающим приборам в холодильных камерах прокладывают вдоль проходов, у стен и перегородок без пересечения грузового объема камеры во избежание повреждения труб грузами или транспортными средствами.

Нижняя разводка трубопроводов в машинных отделениях является наиболее удобной. Однако при нижней разводке получаются «мешки» во всасывающих и нагнетательных трубопроводах (например, при установке горизонтальных или оппозитных компрессоров, имеющих нижнюю разводку трубопроводов), в которых возможно скопление жидкого хладагента. При наличии «мешков» на всасывающих трубопроводах устанавливают «ловушки» с дренажем, представляющие собой расширяющийся участок трубы, к которому подключен трубопровод для свободного слива жидкого хладагента в дренажный ресивер. В этом случае трубопровод подводят к «ловушке» с уклоном с обеих сторон.

При верхней разводке трубопроводов в машинных отделениях присоединение всасывающих и нагнетательных трубопроводов компрессоров к общим магистралям выполняют сверху, чтобы в трубопроводах не находящихся в работе компрессоров не скапливались жидкий аммиак и масло. Причем всасывающие магистрали должны иметь уклон не менее 0,5 % в сторону циркуляционных и защитных ресиверов или отделителей жидкости, а нагнетательные — в сторону маслоотделителей или конденсаторов. Всасывающие и нагнетательные трубопроводы компрессоров при нижней разводке должны иметь в нижних точках дренажные вентили для удаления после длительной стоянки скопившейся жидкости и масла в дренажный ресивер.

Аммиачная система холодильников и холодопотребляющих устройств должна обеспечивать возможность быстрого удаления жидкого хладагента из испарительного оборудования любой холодильной камеры, а также из аппаратов в дренажный (циркуляционный) ресивер или другую емкость. В схеме трубопроводов должна быть предусмотрена возможность отсасывания хладагента из любого вспомогательного аппарата, батарей и воздухоохладителей.

Каждая холодильная установка должна быть оснащена эффективной системой маслоотделения, исключающей скопление масла в испарительных и других аппаратах, которое может вызвать отказы в срабатывании приборов защитной автоматики. При установке маслосборника в машинном или аппаратном отделении трубопровод для удаления масла должен быть выведен наружу с установкой манометра и запорного вентиля.

Для лучшей очистки от масла и повышения надежности работы защитных реле уровня к аппаратам, находящимся на сто-

роне низкого давления холодильной установки, присоединяют трубопровод горячих паров аммиака.

В системах с автоматическим оттаиванием охлаждающих устройств для ограничения давления при оттаивании на общем трубопроводе горячего аммиака устанавливают автоматический регулятор давления «после себя», а на обводной линии — ручной дроссельный вентиль и контрольный манометр.

На нагнетательном и всасывающем трубопроводах каждого компрессора устанавливают гильзы для термометров (на расстоянии 200—300 мм от запорных вентилей) с кожухами для защиты термометров от механических повреждений. Размеры гильз выбирают в зависимости от диаметра трубопровода и толщины его изоляции. На вертикальных участках с восходящим потоком термометровые гильзы устанавливают наклонно под углом 30° навстречу потоку.

В аммиачных холодильных установках должны быть установлены обратные клапаны на нагнетательных трубопроводах каждого неагрегатированного компрессора (включая ступени промежуточного сжатия), а также на каждой нагнетательной магистрали. При установке маслоотделителей барботажного типа обратные клапаны должны быть смонтированы до них (по ходу движения паров аммиака).

Аммиачные трубопроводы холодильных установок должны иметь следующую опознавательную окраску: всасывающие — синюю, жидкостные — желтую, нагнетательные — красную.

Водяные трубопроводы (подающие и обратные) аммиачных холодильных установок окрашивают в зеленый цвет, рассольные трубопроводы (подающие и обратные) и трубопроводы охлаждающей воды — в серый цвет. В аналогичные цвета окрашивают арматуру, соединительные части и теплоизоляцию. Направление движения хладагента, воды и рассола в трубах указывают стрелками черной краской на видных местах вблизи каждого вентиля и задвижки.

Требования к оснащению холодильных установок приборами автоматической защиты и контроля

В соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок (М., ВНИИКТИхолодпром, 1981) все компрессоры должны быть оборудованы автоматической защитой от гидравлических ударов (поршневые компрессоры) и других опасных режимов работы.

В аммиачных системах непосредственного охлаждения для отключения одноступенчатых компрессоров должны быть предусмотрены приборы автоматической защиты, приведенные в табл. 1 и на схеме (рис. 1), а для двухступенчатых компрессоров — в соответствии с табл. 2 и схемой (рис. 2).

Правилами предусматривается отключение электродвигателей компрессоров одноступенчатого сжатия при появлении уровня жидкого аммиака в отделителе жидкости или аварийном уровне жидкого аммиака в сосуде, его заменяющем; при превышении допустимой величины давления нагнетания или температуры нагнетания паров аммиака, а также при недостаточном давлении в системе смазки компрессора.

Для защиты двухступенчатых поршневых компрессоров предусматривается отключение их электродвигателей при появлении жидкого аммиака в отделителе жидкости (аварийном уровне жидкого аммиака в сосуде, его заменяющем), превышении допустимой величины давления или температуры нагнетания компрессора первой или второй ступени, аварийном уровне жидкого аммиака в промежуточном сосуде, а также при недостаточном давлении в системе смазки компрессора первой или второй ступени.

Выключение электродвигателя и остановка компрессора должны сопровождаться световой и звуковой сигнализацией. После срабатывания проти-

Таблица 1. **Приборы автоматической защиты одноступенчатых компрессоров**

Контролируемый параметр	Тип прибора	Позиция и обозначение на рис. 1	Место присоединения датчика
Появление уровня жидкого аммиака в отделителе жидкости или аварийный уровень жидкого аммиака в сосуде его заменяющем	Реле уровня	*9—РУ*	Промежуточная колонка, присоединенная к отделителю жидкости или сосуду, его заменяющему
Высокое давление нагнетания	Реле уровня	*5—РД*	Нагнетательная сторона компрессора до нагнетательного вентиля
Высокая температура нагнетания	Реле температуры	*4—РТ*	Нагнетательный трубопровод компрессора до обратного клапана
Недостаточное давление в системе смазки	Реле разности давлений	*2—РРД*	Датчик низкого давления присоединяется к картеру компрессора, датчик высокого давления — к напорному трубопроводу масляного насоса

воаварийной защиты автоматический пуск компрессора категорически запрещен.

Защита холодильных машин и установок включает комплекс технических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасную их эксплуатацию. К способам защиты относят остановку машины или всей установки, включение аварийных устройств, выпуск рабочего вещества (например, хладагента) в атмосферу или перепуск его в другие аппараты.

Остановка машины или всей установки осуществляется с помощью системы автоматической защиты, состоящей из первичных устройств — датчиков-реле защиты (или просто реле защиты), и электрической схемы, преобразующей сигналы от реле защиты в сигнал остановки, который передается в схему автоматического управления. Реле защиты воспринимают контролируемые технологические величины и при достижении ими предельно допустимых значений вырабатывают аварийный сигнал.

В зависимости от электрический схемы системы автоматической защиты бывают однократного действия, с повторным включением и комбинированными. Система автоматической защиты однократного действия осуществляет остановку машины или установки при срабатывании любого реле защиты и делает невозможным автоматический пуск до вмешательства обслуживающего персонала. Этот тип защиты распространен преимущественно на крупных и средних машинах. Если установка работает без непрерывного обслу-

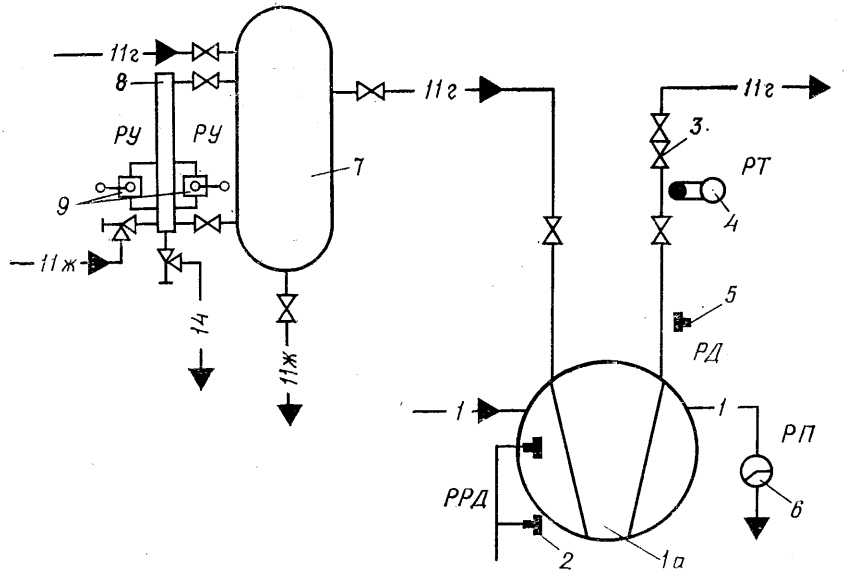


Рис. 1. Схема расположения приборов автоматической защиты одноступенчатых компрессоров:

1а — компрессор; *2* — реле разности давлений РРД в системе смазки; *3* — обратный клапан; *4* — реле температуры РТ; *5* — реле давления РД; *6* — реле протока РП; *7* — отделитель жидкости (сосуд, его заменяющий); *8* — промежуточная колонка; *9* — реле уровня РУ; трубопроводы: *1* — охлаждающей воды, *11г* — газообразного аммиака; *11ж* — жидкого аммиака, *14* — масляный

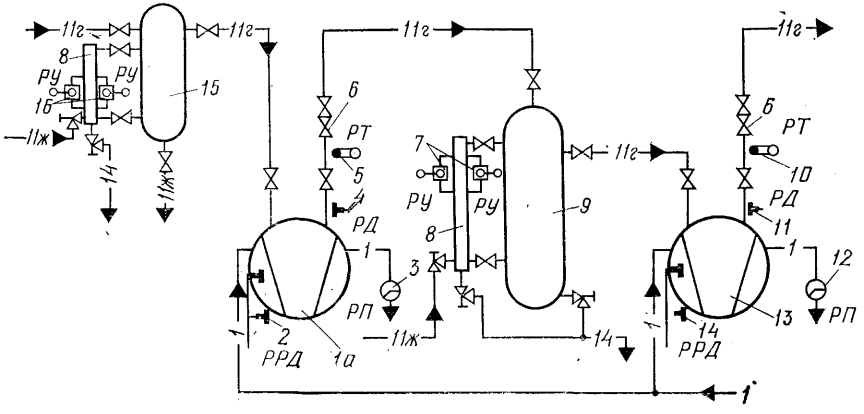


Рис. 2. Схема расположения приборов автоматической защиты двухступенчатого агрегата (из двух компрессоров):

1а, 13 — компрессоры соответственно I и II ступеней; *2, 14* — реле разности давлений РРД в системе смазки; *3, 12* — реле протока РП; *4, 11* — реле давления РД; *5, 10* — реле температуры РТ; *6* — обратный клапан; *7, 16* — реле уровня РУ; *8* — промежуточная колонка; *9* — промежуточный сосуд; *15* — отделитель жидкости (сосуд, его заменяющий); трубопроводы: *1* — охлаждающей воды, *11г* — газообразного аммиака, *11ж* — жидкого аммиака, *14* — масляный

Таблица 2. **Приборы автоматической защиты двухступенчатых агрегатов (состоящих из двух компрессоров первой и второй ступеней сжатия)**

Контролируемый параметр	Тип прибора	Позиция и обозначение на рис. 2	Место присоединения датчика
Появление уровня жидкого аммиака в отделителе жидкости или аварийный уровень жидкого аммиака в сосуде, его заменяющем	Реле уровня	*16—РУ*	Промежуточная колонка, присоединенная к отделителю жидкости или сосуду, его заменяющему
Высокое давление нагнетания компрессора I ступени	Реле давления	*4—РД*	Нагнетательная сторона компрессора I ступени до нагнетательного вентиля
Высокое давление нагнетания компрессора I ступени	Реле температуры	*5—РТ*	Нагнетательный трубопровод компрессора I ступени до обратного клапана
Недостаточное давление в системе смазки компрессора I ступени	Реле разности давлений	*2—РРД*	Датчик низкого давления присоединяется к картеру компрессора, датчик высокого давления — к напорному трубопроводу масляного насоса
Аварийный уровень жидкого аммиака в промежуточном сосуде	Реле уровня	*7—РУ*	Промежуточная колонка, присоединенная к промежуточному сосуду
Высокое давление нагнетания компрессора II ступени	Реле давления	*11—РД*	Нагнетательная сторона компрессора II ступени до нагнетательного вентиля
Высокая температура нагнетания компрессора II ступени	Реле температуры	*10—РТ*	Нагнетательный трубопровод компрессора II ступени до обратного клапана
Недостаточное давление в системе смазки компрессора II ступени	Реле разности давлений	*14—РРД*	Датчик низкого давления присоединяется к картеру компрессора, датчик высокого давления — к напорному трубопроводу масляного насоса

Примечание. При использовании одноблочного двухступенчатого компрессора из табл. 2 подлежит исключению одно реле разности давлений.

живания и оборудование не имеет автоматически включаемого резерва, то такая защита дополняется специальной сигнализацией для экстренного вызова персонала. Система автоматической защиты с повторным включением останавливает машину при срабатывании реле защиты и не препятствует ее автоматическому включению при возвращении реле в нормальное состояние. Ее применяют в основном в малых установках торгового типа, где стремятся к упрощению схемы автоматики. В комбинированных системах ав-

томатической защиты часть реле защиты, контролирующих наиболее опасные параметры, включают в электрическую схему однократного действия, а часть с менее опасными параметрами — в схему с повторным включением. Это позволяет, не прибегая к помощи персонала, вновь автоматически пускать машину, если это не сопряжено с опасностью аварии.

Включение аварийных устройств осуществляется также с помощью системы автоматической защиты. К аварийным устройствам относят: предупредительную сигнализацию об опасных режимах, которую применяют на особо крупных установках с непрерывным обслуживанием, чтобы по возможности избежать остановки машины; аварийную сигнализацию, информирующую персонал о срабатывании защиты, а также расшифровывающую конкретную причину аварийного срабатывания; аварийную вентиляцию, включаемую при повышении местной или общей концентрации в воздухе взрыво- и пожароопасных, а также токсичных рабочих веществ (например, аммиака).

Выпуск рабочего вещества в атмосферу или перепуск в другие аппараты осуществляется специальными предохранительными устройствами (предохранительными клапанами, предохранительными пластинами, плавкими пробками), не входящими в систему автоматической защиты. Их назначение — предотвратить разрушение или взрыв аппаратов при повышении давления вследствие неисправности установки, а также в случае пожара. Выбор предохранительных устройств и правила их использования определяются нормативными документами в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Основным требованием к системам автоматической защиты является высокая надежность, которая достигается применением высоконадежных реле защиты и элементов электрических схем, резервированием реле и других элементов защиты в особо ответственных случаях, уменьшением числа элементов, последовательно включаемых в систему, использованием наиболее безопасных вариантов электрических схем, организацией профилактических проверок и ремонтов в процессе эксплуатации.

Количество параметров, контролируемых с помощью системы автоматической защиты, зависит от вида оборудования, его размеров и производительности, вида хладагента. Обычно число защит увеличивается с увеличением размеров оборудования. Более сложные системы автоматической защиты обычно применяют на аммиачных холодильных установках. На особо крупных установках с винтовыми и центробежными компрессорами целесообразно применять предупредительную сигнализацию. При достижении параметров предельно допустимых значений включается предупредительная сигнализация. Компрессор останавливается лишь в том случае, когда через заданный промежуток времени параметр не войдет в нормальные пределы.

При автоматизации аммиачных холодильных установок выполняют следующие требования.

Каждый теплообменный или емкостный аппарат, непосредственно из которого компрессоры всасывают пары аммиака, оборудуют двумя взаимно дублирующими защитными реле уровня, отключающими компрессоры при опасном повышении уровня жидкости. На циркуляционных ресиверах, испарителях и промежуточных сосудах устанавливают регуляторы или реле (в комплекте с соленоидным вентилем) для поддержания необходимого нормального рабочего уровня аммиака. Циркуляционные и защитные ресиверы (вертикальные и горизонтальные) снабжают реле предельно допустимого уровня, сигнализирующим о необходимости принятия соответствующих мер против дальнейшего его повышения.

Сигнализацию уровня обеспечивают лампами следующих цветов: красный — аварийный сигнал при опасном уровне (мигающий); желтый — сигнал предельно допустимого уровня (немигающий).

Световые сигналы предельно допустимого и опасного уровней должны одновременно сопровождаться звуковым аварийным сигналом, выключение которого должно быть ручным. Световая аварийная сигнализация должна

оставаться включенной до ликвидации причин, вызвавших появление сигнала.

В системах охлаждения с промежуточным хладоносителем (рассол, вода) предусматривают защитные реле, отключающие компрессоры при прекращении движения хладоносителя через кожухотрубные испарители или при недопустимом понижении в них температуры кипения. На трубопроводе выхода воды (в открытых системах) или на трубопроводе подачи или выхода воды (в закрытых системах) из рубашек компрессора устанавливают реле протока воды, блокирующее пуск или отключающее компрессор при отсутствии протока последней. На пульте управления компрессором предусматривают соответствующие контакты. На трубопроводах подачи воды устанавливают устройства, прекращающие подачу воды в рубашки цилиндров и маслоотделители при остановке компрессоров.

Линейные ресиверы оборудуют приборами световой сигнализации предельного и минимально допустимого положений уровня аммиака. При минимально допустимом уровне должен одновременно срабатывать звуковой сигнал (звонок).

Промежуточные колонки, применяемые для установки защитных реле уровня, присоединяют к аппаратам газовыми и жидкостными трубопроводами выше возможного уровня скопления в них масла. Жидкостные трубопроводы должны иметь уклон к аппаратам. Для проверки исправности реле уровня к промежуточной колонке присоединяют проверочную жидкостную линию высокого давления.

Кабели, связывающие датчики защитных реле уровня с электронными блоками, защищают от механических повреждений или прокладывают в трубах (металлических рукавах).

Приборы автоматической защиты должны иметь замкнутую выходную цепь или замкнутые контакты при нормальном состоянии контролируемых параметров. Контакты этих приборов должны размыкаться в случае их срабатывания.

В установках с переключением компрессоров на несколько испарительных систем с различными температурами кипения при срабатывании защитного реле уровня аппарата любой испарительной системы должны останавливаться все работающие аммиачные компрессоры машинного отделения.

Электрические схемы должны исключать возможность автоматического пуска компрессора после срабатывания приборов защиты. Пуск его должен быть возможен только после ручной деблокировки защит.

Не разрешается одновременное использование одного и того же прибора для регулирования и защиты, применение ртутных устройств для контроля уровня и протока жидкости, использование многоточечных приборов с обегающими устройствами в качестве защитных, пуск и работа компрессоров при выключенных устройствах автоматической защиты.

Приборы и средства автоматизации размещают на местных пультах и щитах и на центральном щите автоматики. Пульты устанавливают в непосредственной близости от компрессоров, на расстоянии, удобном для обслуживания и наблюдения за приборами на щите компрессора.

Дистанционное наблюдение за работой всей холодильной установки осуществляют с помощью щитов управления и сигнализации. На лицевой панели щита размещают мнемонические схемы, показывающие основные элементы холодильной установки в их взаимной связи в виде символов упрощенных контуров машин и аппаратов. На символах размещают сигнальные лампы для исполнительной, предупредительной и аварийной сигнализации.

На всех линиях отбора давлений к приборам автоматики (реле РКС, РД-1) устанавливают запорные вентили. Приборы размещают в местах, удобных для обслуживания. Участки трубопроводов, на которых расположены приборы и средства автоматизации, отделяют запорными вентилями, позволяющими отключать их от холодильной системы для проведения осмотра, ремонта или замены. Приборы автоматики устанавливают с применением специальных отборных устройств и закладных конструкций (термометровые гильзы, бобышки, штуцера).

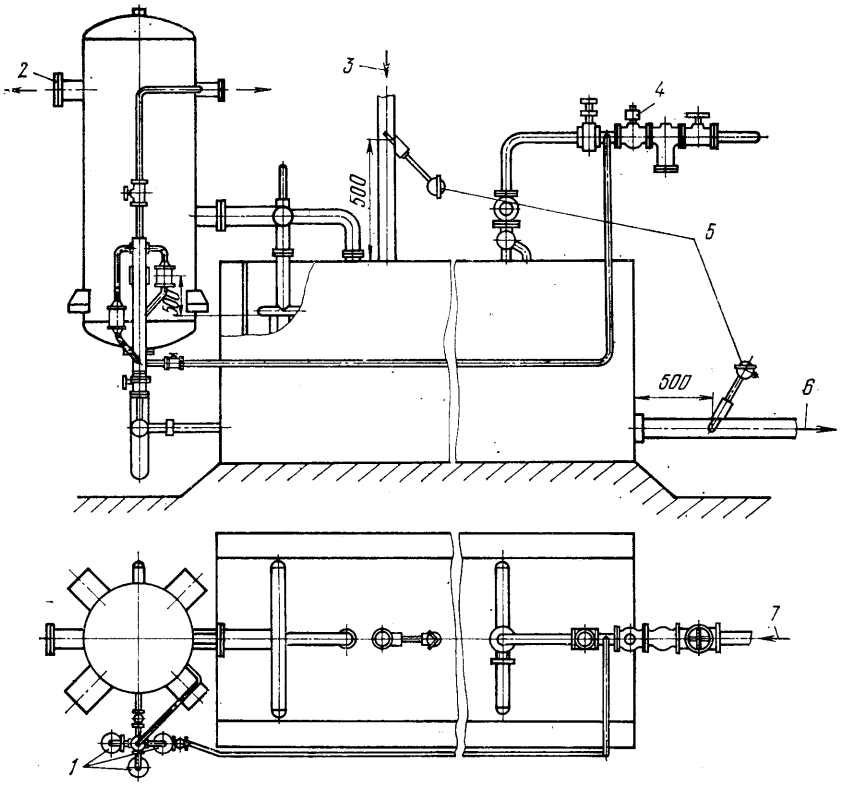


Рис. 3. Схема установки приборов автоматики на панельном испарителе типа ИП:

1 — датчик реле уровня ПРУ-5; *2* — патрубок для выхода паров аммиака; *3* — слив рассола; *4* — вентиль фланцевый мембранный с электромагнитным приводом СВМ 25 (40); *5* — датчик от КТР-2МТ или ПТРД-2; *6* — выход рассола; *7* — подача жидкого аммиака

Требования к оснащению аппаратов аммиачных холодильных установок приборами автоматической защиты [1] приведены в приложении 1.

На конденсаторе (см. приложение 1) должен быть установлен манометр, предохранительные клапаны, указатель уровня хладагента (на кожухотрубных), запорная арматура на всех патрубках. Плоские смотровые стекла (типа Клингера) должны быть снабжены запорными вентилями с приспособлением (шариковые клапаны) для их автоматического отключения от сосуда в случае разрушения стекла.

---

[1] Принцип действия и устройство приборов автоматической защиты, применяемых на холодильных установках, см., например: В. С. Ужанский. Автоматизация холодильных машин и установок. М., 1982.

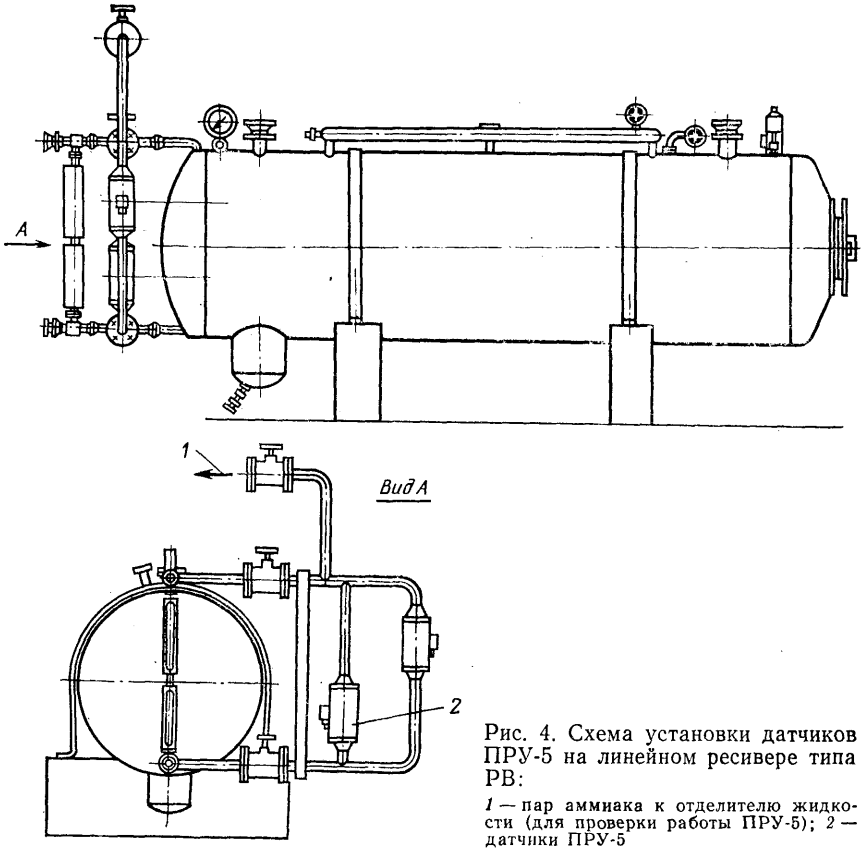


Рис. 4. Схема установки датчиков ПРУ-5 на линейном ресивере типа РВ:

1 — пар аммиака к отделителю жидкости (для проверки работы ПРУ-5); *2* — датчики ПРУ-5

Панельный испаритель типа ИП (рис. 3) с отделителем жидкости (комплект) может быть автоматизирован: путем регулирования уровня жидкого аммиака в испарителе; по перегреву паров аммиака (разность температур аммиака на входе в испаритель и на выходе из него). В первом случае испаритель оборудуют регулятором уровня ПРУД или реле уровня типа ПРУ, управляющим соленоидным вентилем СВМ, установленным на трубопроводе подачи аммиака в испаритель. Во втором случае в качестве регулятора используют комбинацию, состоящую из реле разности температур и электромагнитного вентиля. Защита от влажного хода и гидравлического удара осуществляется установкой двух реле уровня типа ПРУ (дублированы).

Кожухотрубный испаритель типа ИКТ оборудуют приборами автоматики аналогично испарителю типа ИП. При установке испарителя типа ИКТ без отделителя жидкости аварий-

ные датчики реле уровня располагаются на высоте, соответствующей заполнению жидким аммиаком на 80 %, а датчики, регулирующие уровень,— на высоте, соответствующей заполнению на 70 % объема.

Линейный ресивер имеет штуцера для установки указателя уровня, предохранительного клапана и манометра, которые обязательны для холодильных установок, содержащих более 60 кг аммиака, а также штуцера для удаления масла. На линейном ресивере устанавливают запорную арматуру на всех патрубках, а также два реле уровня, контролирующие минимальный и максимальный уровни жидкого аммиака. Линейный ресивер типа РВ, оборудованный двумя реле уровня типа ПРУ, которые контролируют верхний (80 % заполнения) и нижний (20 % заполнения) уровни жидкого аммиака, изображен на рис. 4. Верхний уровень контролируется во избежание переполнения ресивера и подтопления конденсатора, нижний — для предотвращения возможности прорыва паров аммиака высокого давления на сторону низкого давления холодильной установки. Верхний уровень дает световой сигнал, нижний уровень — световой и звуковой.

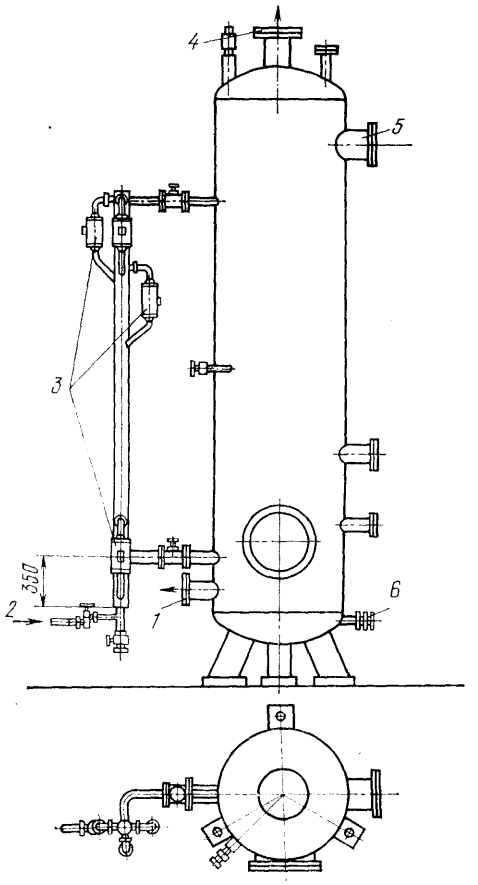


Рис. 5. Схема установки колонки с двумя датчиками ПРУ-5 на вертикальном дренажном ресивере типа РДВ:

1 — штуцер для подачи жидкого аммиака к регулирующей станции; *2* — датчики реле уровня ДПРУ-5; *3* — штуцер для выхода паров аммиака из дренажного ресивера; *4* — штуцер для входа паров аммиака в ресивер

На дренажном ресивере устанавливают предохранительные клапаны, мановакуумметр, запорную арматуру на всех патрубках, визуальный указатель уровня жидкого аммиака и колонку с установленными на ней реле уровня.

Вертикальный дренажный ресивер типа РДВ оборудуют двумя реле уровня типа ПРУ (рис. 5), контролирующими нижний и верхний допустимые уровни жидкого аммиака. Верхний уровень сигнализирует о необходимости освобождения ресивера от аммиака (сигналы световой и звуковой). Нижний уровень контролируется в целях избежания прорыва паров аммиака высокого давления на сторону низкого давления холодильной установки в процессе передавливания аммиака (сигнал световой). Оба реле монтируют на одной колонке. Горизонтальные дренажные ресиверы типа РД оборудуют реле уровня, как и вертикальные дренажные ресиверы типа РДВ.

На циркуляционном ресивере монтируют предохранительные клапаны, мановакуумметр, визуальный указатель уровня жидкого аммиака, запорную арматуру на патрубках; колонку с установленными на ней двумя контролирующими поступление жидкого аммиака реле уровня, если циркуляционный ресивер не выполняет функции отделителя жидкости (в этом случае защитные реле уровня, отключающие компрессоры при опасном повышении уровня жидкого аммиака в нем, размещают на отделителе жидкости); колонку с установленными на ней двумя контролирующими поступление жидкого аммиака и двумя защитными реле уровня, если циркуляционный ресивер выполняет функции отделителя жидкости.

Вертикальный циркуляционный ресивер типа РДВ, выполняющий функции и отделителя жидкости, оборудуют следующими приборами автоматики: регулятором уровня типа ПРУД или реле уровня типа ПРУ, воздействующим на соленоидный вентиль типа СВМ, установленный на трубопроводе подачи жидкого аммиака в ресивер; реле уровня типа ПРУ, сигнализирующим о предельно допустимом уровне жидкости в ресивере; двумя дублирующими друг друга реле уровня типа ПРУ, отключающими все компрессоры, которые могут быть соединены с данным циркуляционным ресивером, при аварийном повышении уровня жидкого аммиака в нем.

После соленоидного вентиля типа СВМ (по ходу жидкости) на трубопроводе подачи жидкости устанавливают регулирующий вентиль, предназначенный для настройки системы автоматического регулирования в ресивере.

В вертикальном циркуляционном ресивере на отметке, соответствующей 70 % его заполнения, располагают дублирующие друг друга реле уровня типа ПРУ, осуществляющие защитные функции. Реле уровня монтируют на общей колонке.

Горизонтальный циркуляционный ресивер типа РД, не совмещающий функции отделителя жидкости, оборудуют двумя реле уровня типа ПРУ. Одно из них управляет соленоидным вентилем типа СВМ, установленным на трубопроводе подачи жидкого аммиака в ресивер (через отделитель жидкости), второе — подает сигналы (световой и звуковой) о недопустимом

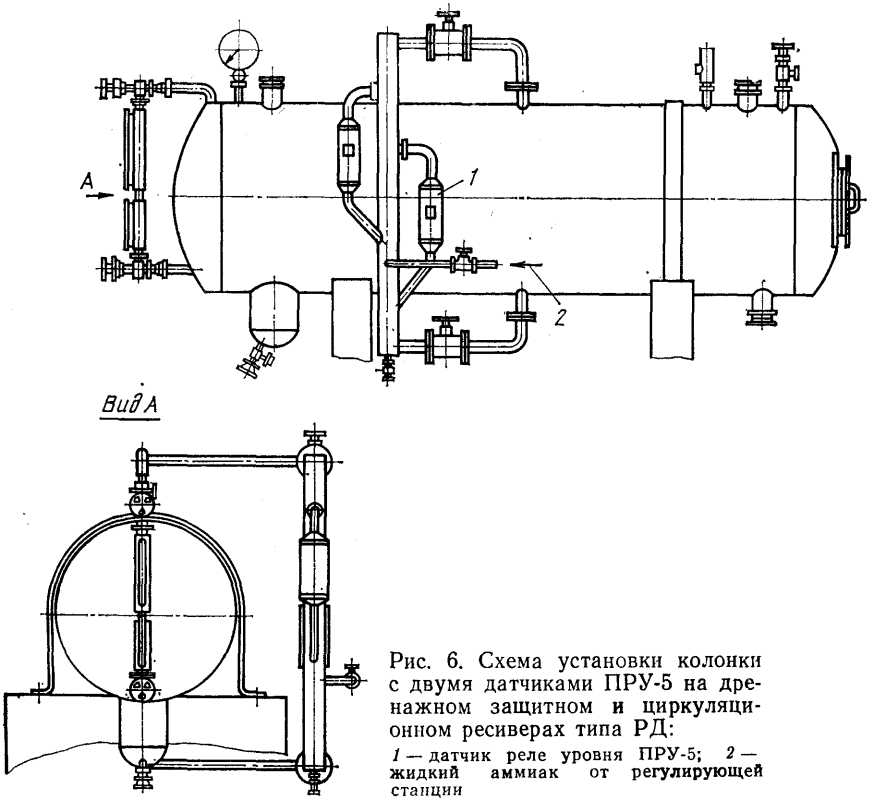


Рис. 6. Схема установки колонки с двумя датчиками ПРУ-5 на дренажном защитном и циркуляционном ресиверах типа РД:
1 — датчик реле уровня ПРУ-5; *2* — жидкий аммиак от регулирующей станции

повышении уровня в нем. Первый устанавливают на отметке, соответствующей заполнению ресивера по объему на 20 %, второй — на 80 %. Для настройки системы регулирования уровня на жидкостном трубопроводе после СВМ (по ходу жидкости) устанавливают ручной регулирующий вентиль.

Схема установки колонки с двумя датчиками ПРУ-5 на дренажном, защитном и циркуляционном ресиверах типа РД изображена на рис. 6.

На защитном ресивере размещают мановакуумметр, предохранительные клапаны, запорную арматуру на патрубках, визуальные указатели уровня жидкого аммиака; колонку с установленными на ней двумя реле, контролирующими уровень жидкого аммиака, и двумя защитными реле уровня, если защитный ресивер выполняет одновременно функции и отделителя жидкости; колонку с установленными на ней контролирующими уровень жидкого аммиака реле уровня, если защитные ресиверы не выполняют функции отделителя жидкости.

Вертикальный защитный ресивер оборудуют четырьмя реле уровня типа ПРУ. Два реле контролируют нижний и верхний

допустимые уровни жидкого аммиака, а два дублирующие — отключают электродвигатели всех компрессоров, которые могут быть соединены с ресивером в случае аварийного повышения уровня аммиака в нем (рис. 7). Первые устанавливают на отметках, соответствующих заполнению защитного ресивера на

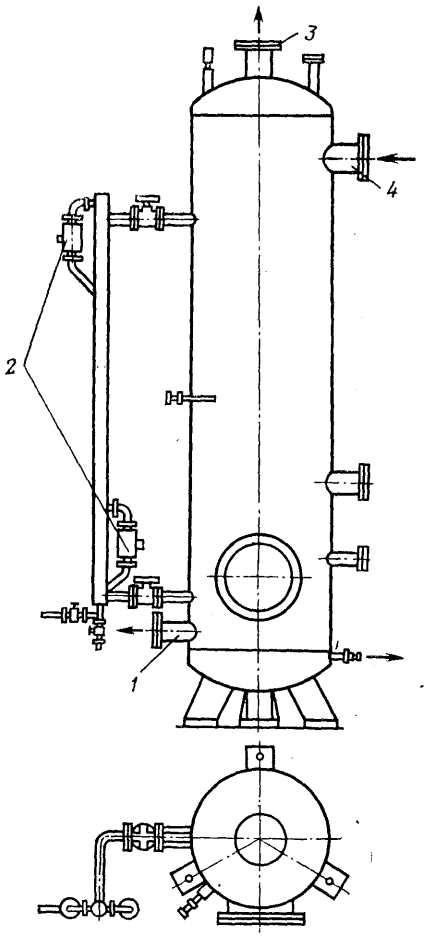
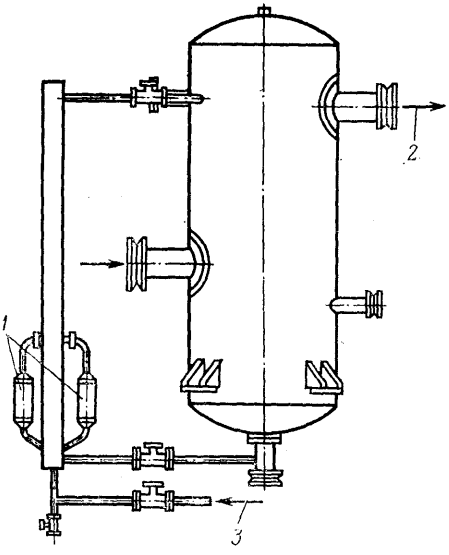


Рис. 7. Схема установки колонки с четырьмя датчиками ПРУ-5 на защитном ресивере типа РДВ:

1 — штуцер для подачи жидкого аммиака к регулирующей станции; *2* — направление подачи жидкости от регулирующей станции; *3* — датчики реле уровня ПРУ-5; *4* — штуцер для выхода паров аммиака; *5* — штуцер для входа паров аммиака в защитный ресивер; *6* — штуцер для удаления масла

Рис. 8. Схема установки датчиков ПРУ-5 на отделителе жидкости типа $ОЖ^{г}$ и $ОЖ^{м}$:

1 — датчики ПРУ-5; *2* — направление отсоса паров аммиака к компрессору; *3* — направление подачи жидкого аммиака от регулирующей станции



15—20 и 60 %, вторые — на 70 % его объема. Все четыре реле уровня монтируют на одной колонке. Горизонтальный защитный ресивер, не выполняющий функции отделителя жидкости, оборудуют двумя реле уровня типа ПРУ, контролирующими нижний и верхний допустимые уровни жидкого аммиака. Оба реле уровня монтируют на одной колонке.

Отделители жидкости типов $ОЖ^{г}$ и $ОЖ^{м}$ (рис. 8) оборудуют двумя дублирующими реле уровня типа ПРУ, за-

щищающими компрессоры от гидравлического удара и работы влажным ходом.

При работе отделителя жидкости в насосно-циркуляционных системах, где питание аммиаком циркуляционного ресивера производится через отделитель жидкости, на трубопроводе подачи жидкого аммиака устанавливают соленоидный вентиль

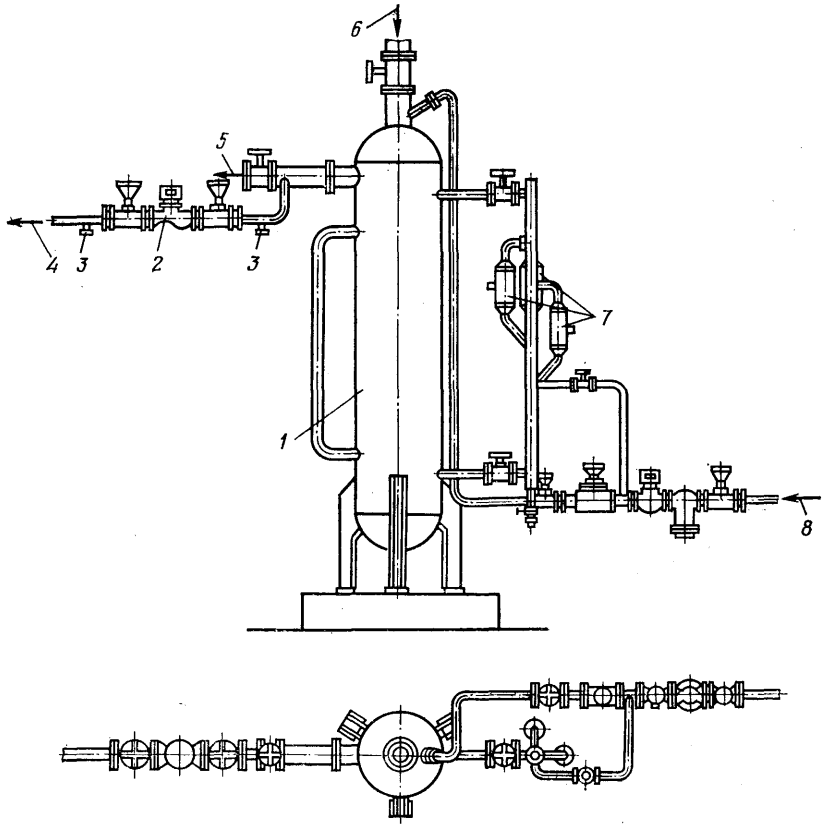


Рис. 9. Схема установки приборов автоматики на промежуточном сосуде:

1 — промежуточный сосуд; *2* — вентиль мембранный с электромагнитным приводом СВМ-25; *3* — реле РКС-1А-02; *4* — пар аммиака к отделителю жидкости; *5* — пар аммиака к компрессору высокой ступени; *6* — пар аммиака от компрессора низкой ступени; *7* — датчики ПРУ-5; *8* — жидкий аммиак от регулирующей станции.

Примечание. Вентиль мембранный с электромагнитным приводом СВМ-25 (для $ПС_з40$), СВМ-40 (для $ПС_з60$, $ПС_з80$, $ПС_з100$, $ПС_з120$)

типа СВМ. Этот вентиль управляется реле уровня типа ПРУ, установленным на горизонтальном циркуляционном ресивере. После СВМ по ходу жидкости устанавливают регулирующий вентиль.

Промежуточный сосуд типа $ПС_з$ оборудуют следующими приборами (рис. 9): регулятором уровня типа ПРУД или

реле уровня типа ПРУ, управляющим работой соленоидного вентиля СВМ, установленного на трубопроводе подачи в промежуточный сосуд жидкого аммиака; дублированными реле уровня типа ПРУ, защищающими компрессор (ступень высокого давления) от попадания жидкого аммиака при недопустимом повышении его уровня в промежуточном сосуде.

Защита аммиачных насосов типов ЗЦ-4 и ЦНГ от «срыва струи» осуществляется с помощью реле перепада дав-

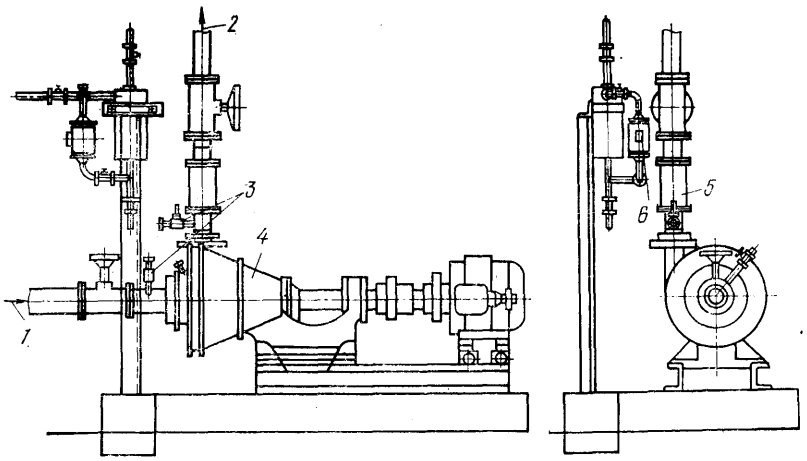


Рис. 10. Схема установки приборов автоматики на аммиачном насосе типа ЗЦ-4:

1 — направление всасывания; *2* — направление нагнетания; *3* — реле РКС-1А-02; *4* — аммиачный насос; *5* — обратный клапан с демпферным устройством ОКДП; *6* — датчик реле уровня ПРУ-5

ления типа РКС, импульсные трубки которого присоединяются к напорному и всасывающему трубопроводам насоса. На масляном бачке насосов ЗЦ-4 (рис. 10), кроме того, устанавливают реле уровня, а насосы типа ЦНГ (рис. 11) оборудуют реле уровня типа ПРУ для контроля наличия жидкости в полости электродвигателя.

Защита рассольных и водяных насосов от «срыва струи» осуществляется с помощью реле давления типов РД-5М или РД-8Т, устанавливаемых на напорном трубопроводе насоса (рис. 12).

Основные требования к схемам

Основные требования безопасности к схемам обвязки и присоединения основных и вспомогательных аппаратов, а также аммиачных насосов реализованы в технических решениях, приведенных ниже.

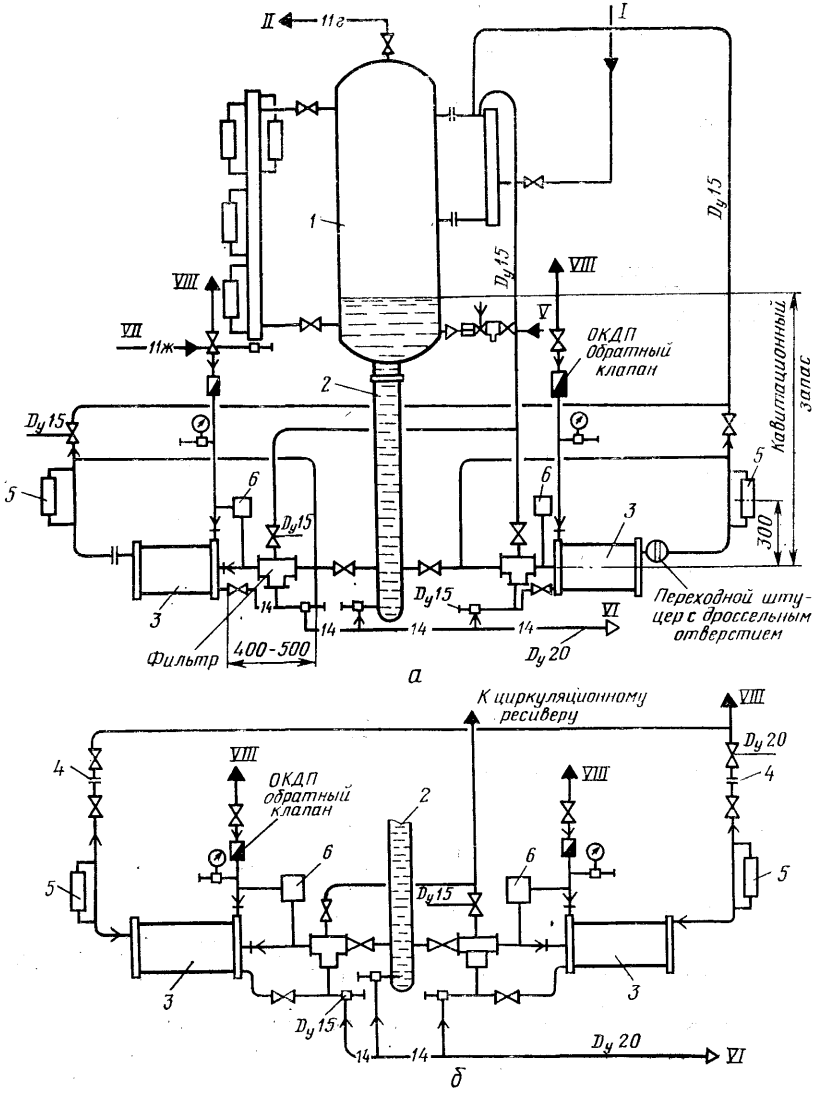


Рис. 11. Схема обвязки аммиачных насосов типа ЦНГ:

а — при отсутствии разгрузочных отверстий в рабочем колесе; *б* — при наличии разгрузочных отверстий в рабочем колесе; *1* — циркуляционный ресивер; *2* — жидкостный стояк; *3* — аммиачный насос; *4* — дроссель диаметром 5 мм; *5* — реле уровня; *6* — реле контроля смазки.

Обозначения трубопроводов такие же, как на рис. 17—19

Конденсатор должен быть соединен с линейным ресивером уравнительным паровым трубопроводом и трубопроводом, обеспечивающим свободный слив жидкого хладагента из конденсатора в линейный ресивер. Маслосборник конденсатора должен быть соединен трубопроводом с общим маслосборни-

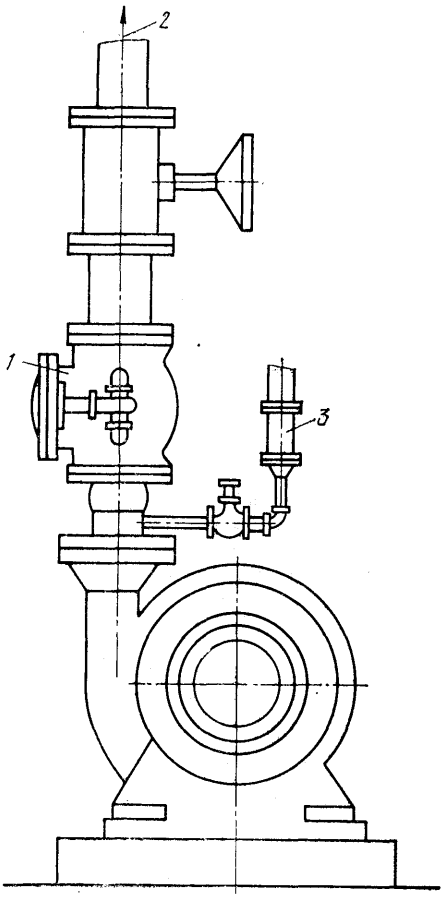


Рис. 12. Схема установки приборов автоматики на водяных и рассольных насосах:

1 — клапан обратный поворотный фланцевый 19ч 16 бр; *2* — направление нагнетания; *3* — реле давления РД-М5 (РТ-8Т)

ком установки. Должен быть предусмотрен также трубопровод для аварийного выброса аммиака в атмосферу через предохранительные клапаны. Если конденсаторы, присоединенные к общему нагнетательному трубопроводу, установлены на различных уровнях, линейные ресиверы монтируют так, чтобы обеспечивался свободный слив жидкого аммиака из всех конденсаторов, в том числе из наиболее низко расположенных. Схема включения конденсатора и ресивера показана на рис. 13, схема обвязки параллельно работающих кожухотрубных конденсаторов — на рис. 14.

Испаритель должен быть присоединен к жидкостному и всасывающему трубопроводам. Он может быть соединен всасывающим трубопроводом непосредственно с компрессором, т. е. минуя отделитель жидкости только в случае, если он входит в состав холодильной машины с дозированной зарядкой аммиака (например, ХМ, АВ-22, KSA). Для удаления масла испаритель должен быть подсоединен трубопроводом к маслосборнику, а для аварийного выпуска аммиака в атмосферу дол-

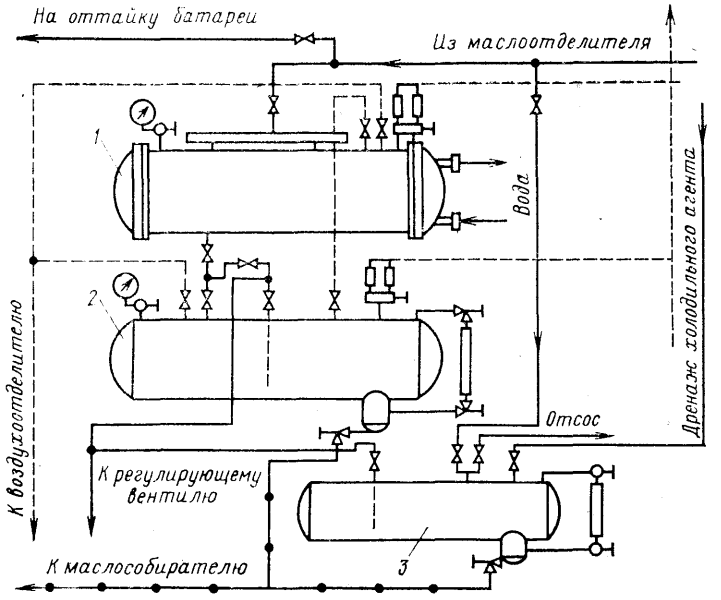


Рис. 13. Схема включения конденсатора и ресиверов:
1 — конденсатор; *2* — линейный ресивер; *3* — дренажный ресивер

жен быть проложен трубопровод от предохранительных клапанов.

Линейный ресивер для возможности удаления масла должен быть соединен трубопроводом с маслосборником. Предусматривают аварийный выброс аммиака в атмосферу через трубопровод, расположенный за предохранительными клапанами. Для контроля исправности реле уровня необходим проверочный паровой трубопровод с запорной арматурой, подсоединяемый к одному из отделителей жидкости или аппарату, его заменяющему.

Ресивер для хранения запаса аммиака, предназначенного для пополнения системы в процессе эксплуатации, соединяют трубопроводами: с конденсаторами — уравнительным паровым; с испарительной системой и всасывающей магистралью через

отделитель жидкости — паровым; с регулирующей станцией (регулирующим вентилем) — жидкостным; с трубопроводом выпуска аммиака от предохранительных клапанов.

Дренажный ресивер соединяют с испарительной системой и аппаратами трубопроводами для приема из них жидкого аммиака в период проведения оттаивания или ремонта.

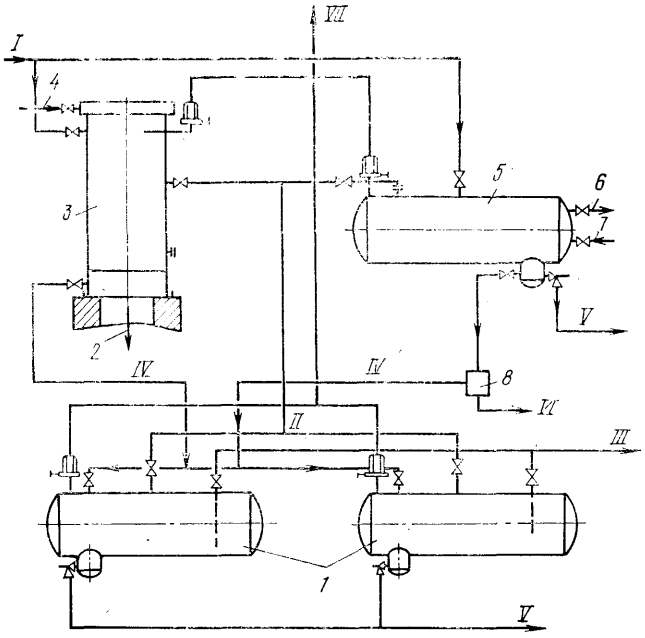


Рис. 14. Схема обвязки параллельно работающих кожухотрубных конденсаторов различных типов:

I — нагнетательный трубопровод от компрессора; *II* — уравнительный трубопровод; *III* — жидкостный трубопровод к регулирующей станции; *IV* — жидкостный трубопровод от конденсаторов к ресиверам; *V* — трубопровод для спуска масла; *VI* — жидкостный трубопровод к маслоотделителю; *VII* — трубопровод аварийного выброса аммиака в атмосферу; *1* — линейные ресиверы; *2* и *6* — выход воды; *3* — вертикальный кожухотрубный конденсатор; *4* и *7* — вход воды; *5* — горизонтальный кожухотрубный конденсатор; *8* — уровнедержатель

Для возможности освобождения от жидкого аммиака дренажный ресивер соединяют жидкостным трубопроводом с испарительной системой через регулирующий вентиль и с нагнетательным (магистральным) трубопроводом для отбора паров после маслоотделителя. Дренажный ресивер должен быть присоединен к всасывающему трубопроводу по ходу паров до отделителя жидкости или циркуляционного ресивера и иметь трубопровод для аварийного выброса аммиака через предохранительные клапаны в атмосферу.

В схемах с насосной циркуляцией аммиака дренажный ресивер может быть присоединен к приемному жидкостному трубопроводу аммиачных насосов.

Циркуляционный ресивер, выполняющий функции отделителя жидкости (рис. 15), подсоединяют к трубопроводу для приема парожидкостной смеси из испарительной системы и к всасывающему трубопроводу компрессоров данного температурного режима. В этом случае подача жидкости от регулирующего вентиля осуществляется непосредственно в циркуляционный ресивер.

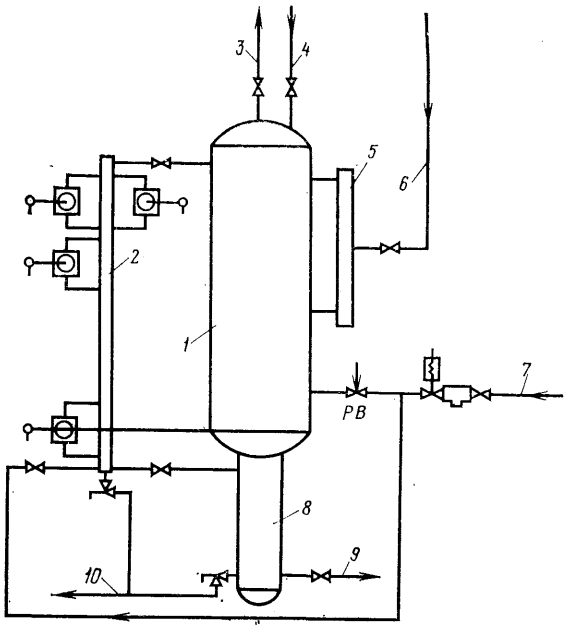


Рис. 15. Схема обвязки вертикального циркуляционного ресивера с жидкостным стояком:
1 — циркуляционный ресивер; *2* — промежуточная колонка; *3* — пар аммиака, всасываемый компрессором; *4* — горячий пар аммиака в ресивер; *5* — разделительная колонка; *6* — пар аммиака, поступающий из испарительной системы в ресивер; *7* — жидкий аммиак от регулирующей станции; *8* — жидкостный стояк; *9* — жидкий аммиак, поступающий к циркуляционному насосу; *10* — спуск масла

Не выполняющий функции отделителя жидкости циркуляционный ресивер соединяют с отделителем жидкости уравнительным паровым и сливным жидкостным трубопроводами. Подачу жидкости от регулирующего вентиля в циркуляционный ресивер осуществляют только через отделитель жидкости, который должен размещаться над ресивером.

Циркуляционный ресивер соединяют кратчайшим жидкостным трубопроводом с приемным патрубком насоса. В целях удаления масла циркуляционный ресивер соединяют трубопроводом с маслосборником, а также с нагнетательной магистралью паров аммиака после маслоотделителя для прогрева масла перед его спуском.

Принципиальная схема подсоединения к вертикальному ресиверу аммиачного насоса показана на рис. 16.

Защитный ресивер должен быть соединен жидкостным трубопроводом с регулирующей станцией или дренажным ресивером для освобождения его от аммиака, иметь подвод паров аммиака высокого давления, отбираемых после маслоотделителя, а также трубопроводы аварийного выброса аммиака от предохранительных клапанов и спуска масла в маслосборник.

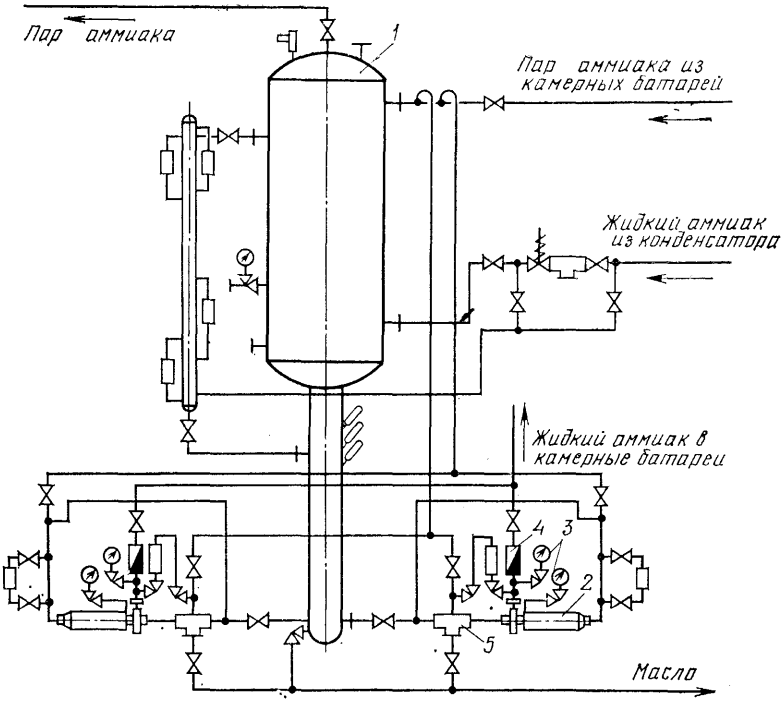


Рис. 16. Принципиальная схема подсоединения циркуляционных насосов к вертикальному ресиверу:

1 — вертикальный ресивер со стояком; *2* — герметичный циркуляционный насос; *3* — манометры; *4* — обратный клапан типа ОКДП; *5* — фильтр

Если защитный ресивер выполняет функции отделителя жидкости, его присоединяют к всасывающей магистрали компрессоров одного температурного режима и паровому трубопроводу, идущему непосредственно от испарительной системы или от отделителя жидкости верхнего расположения. Ресивер, не выполняющий функции отделителя жидкости, соединяют жидкостным сливным и паровым уравнительным трубопроводами с отделителем жидкости.

В аммиачных холодильных установках для защиты компрессоров от влажного хода и гидравлических ударов применяются вертикальные ресиверы типа РДВ и горизонтальные ресиверы

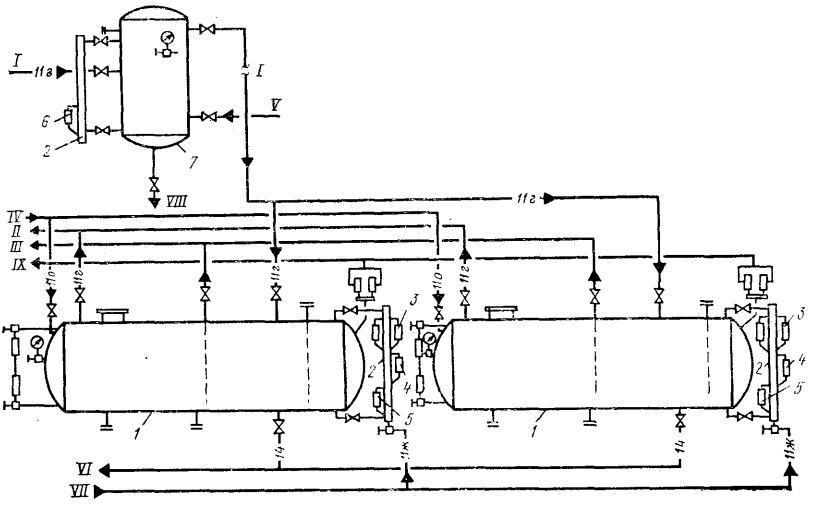


Рис. 17. Схема обвязки горизонтальных защитных ресиверов РЦЗ для безнасосной системы с верхним расположением отделителя жидкости:

1 — горизонтальный защитный ресивер РЦЗ; *2* — промежуточная колонка; *3* — реле для аварийного отключения компрессора; *4* — реле для сигнализации максимально допустимого уровня; *5* — реле для сигнализации минимально допустимого уровня; *6* — реле для сигнализации появления уровня; *7* — отделитель жидкости верхнего расположения; Обозначение трубопроводов: *I* — всасывающий из охлаждающих устройств; *II* — всасывающий к компрессорам; *III* — жидкостный к регулирующей станции; *IV* — горячих паров аммиака; *V* — жидкостный от регулирующей станции; *VI* — маслоспускной; *VII* — жидкостный для проверки реле уровня; *VIII* — жидкостный в охлаждающие устройства; *IX* — от предохранительных клапанов

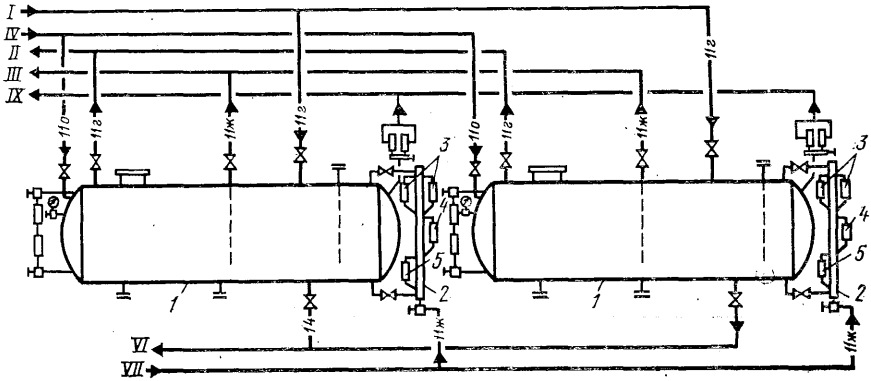


Рис. 18. Схема обвязки горизонтальных защитных ресиверов РЦЗ для безнасосной системы с подачей жидкого аммиака в охлаждающие устройства от регулирующей станции:

1 — горизонтальный защитный ресивер РЦЗ; *2* — промежуточная колонка; *3* — реле для аварийного отключения компрессора; *4* — реле для сигнализации максимально допустимого уровня; *5* — реле для сигнализации минимально допустимого уровня. Обозначения трубопроводов такие же как на рис. 17

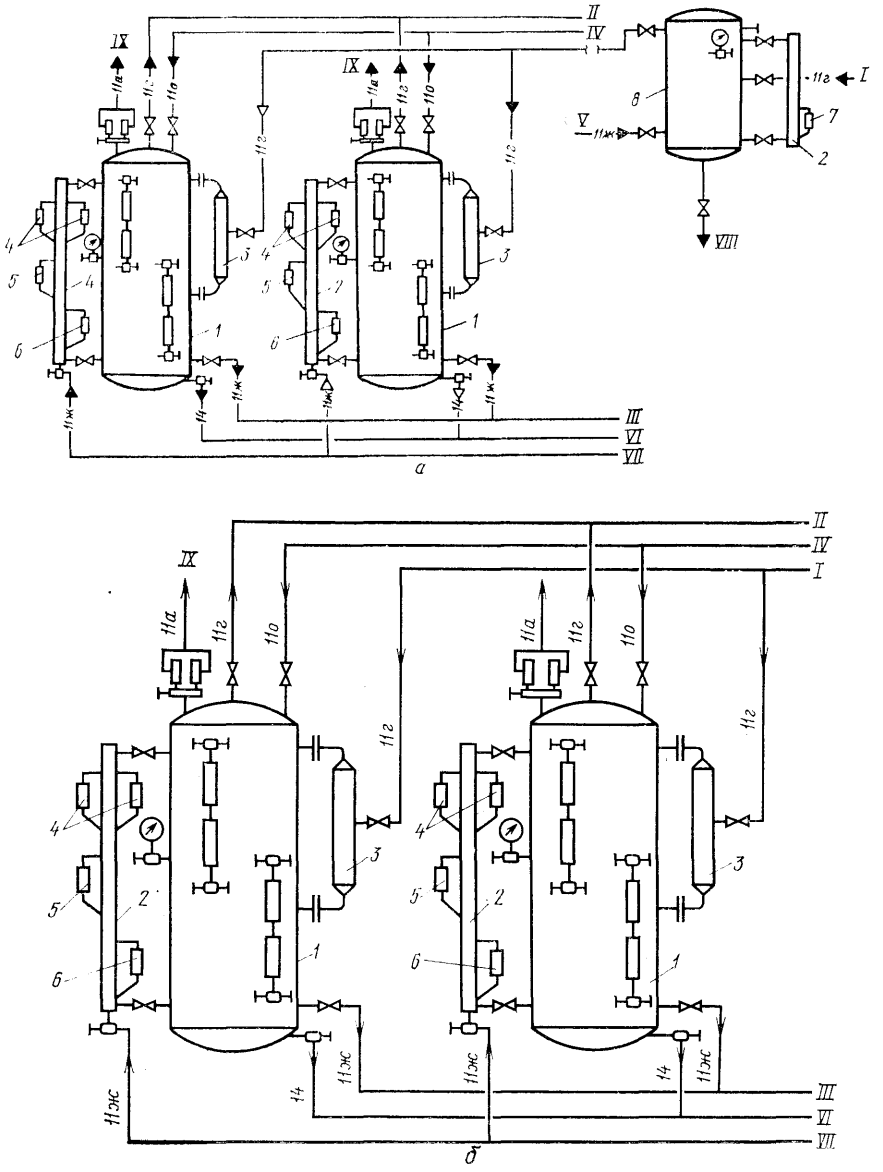


Рис. 19. Схема обвязки вертикальных защитных ресиверов РДВа для безнасосной системы:

а — с верхним расположением отделителя жидкости; *б* — с подачей жидкого аммиака в охлаждающие устройства от регулирующей станции:
1 — вертикальный защитный ресивер; *2* — промежуточная колонка; *3* — разделительная колонка; *4* — реле аварийного отключения компрессора; *5* — реле для сигнализации максимального допустимого уровня; *6* — реле для сигнализации минимально допустимого уровня; *7* — реле для сигнализации появления уровня; *8* — отделитель жидкости верхнего расположения
Обозначения трубопроводов такие же как на рис. 17.

типа РЦЗ. Схема обвязки горизонтальных защитных ресиверов РЦЗ для безнасосной системы с верхним расположением отделителя жидкости приведена на рис. 17, с подачей жидкого аммиака в охлаждающие устройства от регулирующей станции — на рис. 18. Схемы обвязки вертикальных защитных ресиверов РДВа для безнасосной системы с верхним расположением отделителя жидкости и с подачей жидкого аммиака в охлаждаю-

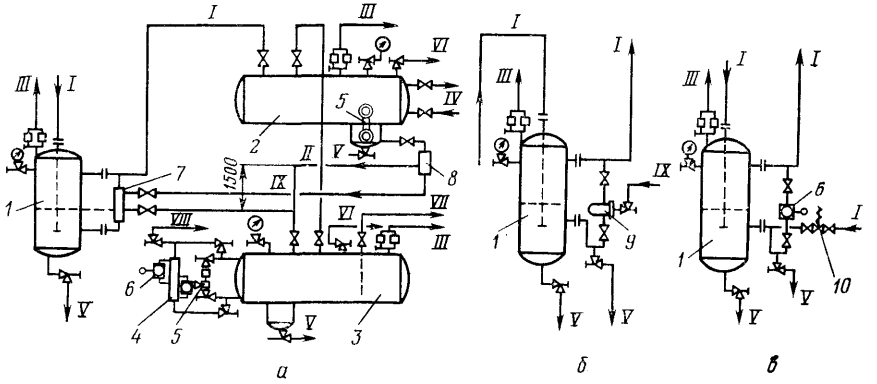


Рис. 20. Схема поддержания уровня жидкого аммиака в маслоотделителе промывного типа с применением: *а* — уравнительной колонки; *б* — поплавкового регулятора уровня ПР-14; *в* — реле уровня типа ПРУ и соленоидного вентиля СВМ-15:

1 — маслоотделитель; *2* — конденсатор; *3* — линейный ресивер; *4* — промежуточная колонка; *5* — визуальный указатель уровня; *6* — реле уровня; *7* — уравнительная колонка; *8* — напородержатель; *9* — регулятор уровня ПР-14; *10* — соленоидный вентиль СВМ-15 Обозначение трубопроводов: *I* — нагнетательный от компрессора; *II* — слива жидкого аммиака из конденсатора; *III* — аварийного выпуска аммиака через предохранительный клапан; *IV* — водяной; *V* — масляный; *VI* — воздушно-аммиачной смеси; *VII* — к регулирующим вентилям; *VIII* — газовый для проверки реле уровня; *IX* — аммиачный жидкостный к маслоотделителю

щие устройства от регулирующей станции изображены на рис. 19.

Маслоотделитель соединяют трубопроводами с компрессорами и конденсаторами. В схемах с двухступенчатым сжатием аммиака он может быть установлен перед промежуточным сосудом (по ходу нагнетаемых первой ступенью паров) и связан с ним трубопроводом. Маслоотделитель промывного типа присоединяют также к жидкостному трубопроводу высокого давления. Для нормальной работы такого маслоотделителя необходимо обеспечить подачу в него жидкости и автоматическое поддержание заданного ее уровня. Поэтому маслоотделитель промывного типа должен устанавливаться так, чтобы обеспечить подпор столба жидкости 1500 мм над уровнем жидкого аммиака в маслоотделителе (рис. 20).

Спуск масла из маслоотделителя должен осуществляться по трубопроводу, соединяющему маслоотделитель с картером компрессора или маслосборником. Для аварийного выпуска

аммиака из маслоотделителя (всех типов 50 ОММ и 80 ОММ) предусматривают устройство трубопровода от предохранительных клапанов.

Маслосборник соединяют с маслоотделителем и аппаратом (или сосудом) трубопроводом для приема масла. Должен быть предусмотрен также трубопровод для отсасывания паров аммиака из маслосборника (через отделитель жидкости или циркуляционный ресивер). В системах с несколькими температурными режимами работы холодильной установки трубопровод для отсасывания паров аммиака из маслосборника целесообразно присоединять к отделителю жидкости или циркуляционному ресиверу, обслуживающим камеры хранения мороженых грузов. Если маслосборник установлен в помещении, то выпуск масла из него производят по трубопроводу, выведенному из помещения наружу. На конце трубопровода устанавливают запорный вентиль и манометр.

Отделитель жидкости, из которого осуществляется компрессором непосредственный отсос паров аммиака, используемый в насосно-циркуляционных и безнасосных системах в сочетании с защитными ресиверами, должен быть соединен: сливным жидкостным и паровым уравнительным трубопроводами с циркуляционным или защитным ресивером; трубопроводом жидкого аммиака с регулирующей станцией (регулирующим вентилем); парожидкостным или в безнасосных системах паровым трубопроводом с испарительной системой; паровым трубопроводом со всасывающей магистралью компрессора.

При верхнем расположении в безнасосных системах отделитель жидкости, из которого не осуществляется непосредственный отсос паров аммиака компрессором, должен быть соединен: жидкостным трубопроводом с испарительной системой; жидкостным трубопроводом с регулирующей станцией (регулирующим вентилем); паровыми трубопроводами с испарительной системой и с дополнительным защитным отделителем жидкости (вертикальным ресивером), из которого непосредственно осуществляется отсос паров компрессором.

Если из отделителя жидкости компрессором осуществляется непосредственный отсос паров аммиака и он используется также для питания охлаждающих устройств (например, панельный испаритель), то он должен иметь колонку с установленными на ней контролирующим и защитным реле уровня и быть соединен: трубопроводом жидкого аммиака с регулирующей станцией (регулирующим вентилем); трубопроводом жидкого аммиака и паровым трубопроводом с испарительной системой; трубопроводом со всасывающей магистралью компрессора.

Промежуточный сосуд присоединяют паровыми трубопроводами к нагнетательной магистрали ступени низкого давления и к всасывающему трубопроводу ступени высокого дав-

ления. В системах с автоматическим пуском компрессоров прокладывают трубопровод сброса давления из промежуточного сосуда в испарительную систему через СВМ.

Для охлаждения нагнетаемых паров к промежуточному сосуду подводят трубопровод с регулирующим вентилем для подачи жидкого аммиака, присоединяемый к нагнетательному трубопроводу первой ступени (у места ввода его в промежуточный сосуд) или непосредственно к аппарату. Для спуска масла из промежуточного сосуда в маслосборник служит специальный трубопровод. Для аварийного выброса аммиака в атмосферу предусматривают трубопровод от предохранительных клапанов.

Физико-химические свойства и токсичность аммиака

Химическая формула аммиака NH_3. При нормальной температуре и атмосферном давлении он находится в газообразном состоянии. Температура кипения жидкого аммиака при давлении 0,101 МПа (1,01 кгс/см^2) составляет —33,4 °С, затвердевания — 77,9 °С. Критическая температура 132,4 °С, критическое давление 11,353 МПа (115,2 кгс/см^2). Плотность жидкого аммиака при температуре 0 °С составляет 0,64 кг/л.

Таблица 3. **Опасные концентрации и токсичность аммиака**

Опасные условия (смертельное действие или тяжелое поражение)		Температура воспламенения, °С	Пределы взрывоопасной объемной концентрации, %
Объемная концентрация в воздухе, %	Продолжительность пребывания человека, мин		
0,5—1,0	5—10	630	15—28
0,2—0,3	30—60		

Газообразный аммиак относится к горючим газам. Температура его самовоспламенения 630 °С. Концентрационные пределы воспламенения аммиака с воздухом (табл. 3): нижний — 15 % (по объему); верхний — 28 % (по объему). С увеличением температуры пределы воспламенения расширяются. Максимальное давление взрыва 0,6 МПа (6 кгс/см^2). В соответствии с ГОСТ 12.1.011—78 аммиачно-воздушная смесь относится по взрывоопасности к категории ПА и группе Т1.

Аммиак является токсическим веществом. Действие газообразного аммиака на человека характеризуется следующими показателями (в мг/м^3): порог восприятия обонянием — 37, предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны производственных помещений — 20, возможная опасность для жизни — 350÷700. В соответствии с ГОСТ 12.1.007—76 аммиак относится к 4-му классу опасности.

При концентрации выше предельно допустимой газообразный аммиак сильно раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, а также незащищенные нежные участки кожного покрова. Высокие концентрации его вызывают ожог глаз, носовой полости, горла, появляется жгучая боль в горле, сильное слезотечение, светобоязнь и чувство рези в глазах, состояние сильного возбуждения, бред, резкое расстройство дыхания.

При легких отравлениях появляется кашель, чихание, жжение в зеве и гортани, осиплость или потеря голоса, набухание слизистых оболочек, бронхит, а также сухие хрипы в легких. В тяжелых случаях отравления наблюдается отек легких, головокружение, слабый пульс, похолодание конечностей, судороги, потеря сознания. Вдыхание очень высоких концентраций может вызвать мгновенную смерть от рефлекторной остановки дыхания и спазма голосовой щели. При попадании на кожу возникают ожоги (боль, краснота, образование серозных пузырей).

Аммиак растворяется в минеральных маслах; хорошо поглощается водой (в одном объеме воды при температуре 15 °С растворяется 700 объемов аммиака); проводит электрический ток; в воздухе горит плохо (желтым пламенем), в кислороде — хорошо (зеленоватым пламенем); сталь, чугун, алюминий и фосфористую бронзу не корродирует; в присутствии влаги разъедает цинк, медь и ее сплавы; при высоких концентрациях в воздухе отрицательно влияет на вкусовые качества большинства пищевых продуктов (так, порча яблок, груш, персиков и лука происходит при концентрации аммиака 0,1 %).

В зависимости от области применения жидкий аммиак выпускается трех марок (ГОСТ 6221—82. Аммиак жидкий технический. Технические условия): А — для азотирования, в качестве хладагента, при получении защитных атмосфер; $А_к$ — для поставок на экспорт и при транспортировании по магистральному аммиакопроводу; Б — для переработки для удобрения и в сельском хозяйстве в качестве азотного удобрения.

Массовая доля воды для аммиака марки А, %, не более: при объемном методе определения (остаток после испарения) — 0,04; методом Фишера — 0,1. Показатель массовой доли воды, определяемый методом Фишера для аммиака марки А, вводится с января 1985 г. взамен показателя массовой доли воды, определяемого объемным методом.

Жидкий аммиак принимают партиями. Партией считают любое количество продукта, однородного по своим показателям и сопровождаемого одним документом о качестве. Документ о качестве должен содержать наименование предприятия-изготовителя и его товарный знак; наименование продукта и его марку; дату изготовления продукта; номер партии, количество мест в партии; результаты проведенных анализов или подтверждения соответствия качества продукта требованиям стандарта; обозначение стандарта.

Использование промежуточных хладоносителей в холодильных установках

В холодильной технике промежуточные хладоносители применяют на установках, где непосредственное охлаждение хладагентами по каким-либо причинам нежелательно.

Наиболее доступным хладоносителем является вода, но вследствие высокой температуры замерзания ее применяют только при температуре выше 0 °С. Для температур ниже 0 °С применяют водные растворы солей хлористого натрия NaCl (поваренная соль) и хлористого кальция $CaCl_2$.

Температура замерзания рассола зависит от концентрации соли: с увеличением концентрации она понижается. Однако понижение температуры замерзания происходит до определенного значения. Для хлористого натрия самая низкая температура замерзания —21,2 °С при концентрации 23,1 кг соли на 100 кг раствора; для хлористого кальция —55 °С при концентрации 29,9 кг соли на 100 кг раствора.

При повышении концентрации уменьшается теплоемкость рассола, увеличивается его плотность, что приводит к увеличению расхода электроэнергии на работу рассольного насоса. Однако при недостаточной концентрации рассол может замерзнуть в трубах испарителя и вызвать аварию. Для предотвращения замерзания рассола в испарителе температура его замерзания должна быть на 8—10 °С ниже температуры кипения хладагента. Это условие определяет границы использования различных рассолов, а именно: рассол хлористого натрия можно применять при температурах кипения хладагента выше —15 °С, а для более низких температур надо использовать рассол хлористого кальция.

Хлористый кальций для приготовления рассола должен удовлетворять требованиям ГОСТ 450—77.

При использовании рассолов необходимо руководствоваться таблицами их физических свойств. Концентрацию рассола определяют по плотности с помощью ареометра при температуре 15 °С.

Водные растворы хлористого натрия и хлористого кальция оказывают воздействие на кожу человека. Пыль хлористого кальция вызывает раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей. Однако основным недостатком рассолов является их коррозийное воздействие на металлы, особенно в присутствии кислорода воздуха.

Для уменьшения поверхности соприкосновения растворов с воздухом применяют закрытую систему рассольного охлаждения, а для ослабления коррозии в них добавляют пассиваторы — вещества, замедляющие процесс коррозии металлов. В качестве пассиваторов применяют хромат натрия (Na_2CrO_4) с едким натром (NaOH). Для ослабления коррозии в 1 м³ рассола хлористого кальция следует растворить 1,6 кг хромата натрия. Кроме того, на каждые 10 кг хромата натрия надо добавить 2,7 кг едкого натра, если раствор имеет нейтральную реакцию (pH 7). В 1 м³ рассола хлористого натрия требуется растворить 3,2 кг хромата натрия с таким же добавлением едкого натра, как и для рассола хлористого кальция. При добавлении пассиваторов нужно добиваться слабощелочной реакции рассола (pH 8,5). Это определяют с помощью фенолфталеина, который при смешивании с рассолом должен давать слабо-розовую окраску.

При использовании хромата натрия следует соблюдать осторожность, так как он разрушающе действует на кожу. Едкий натр обладает обезвоживающим свойством. При попадании его на кожу могут образоваться альбуминаты и стягивающие рубцы.

Приготовление рассолов и добавление в раствор пассиваторов производят в спецодежде, перчатках и защитных очках.

Для низких температур (до —60 °С) в качестве промежуточного хладоносителя используют также водный раствор этиленгликоля (антифриз). Этиленгликоль — бесцветная жидкость, не обладающая запахом. Благодаря низ-

кой температуре замерзания (—90 °С) и низкой вязкости широкое распространение в последнее время в качестве хладоносителя получил хладон-30. При его применении сальники насосов изготовляют из специальных материалов и производят тщательную осушку системы. Кроме того, в качестве хладоносителей применяют этиловый спирт, толуол, изопропилбензол и другие вещества с низкой температурой замерзания.

В 1981 г. начато внедрение разработанного и испытанного в производственных условиях нового нетоксичного хладоносителя с пониженной (по сравнению с водным раствором хлористого кальция) в 5—6 раз коррозионной активностью — кольтозина.

Глава 2. МОНТАЖ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ

Общие требования безопасности при монтаже

Монтаж холодильного оборудования и трубопроводов должен производиться с соблюдением требований СНиП III-4—80 «Техника безопасности в строительстве», СНиП III-31—78 «Технологическое оборудование. Основные положения», Правил устройства электроустановок, Правил технической эксплуатации и Правил техники безопасности при эксплуатации воздушных линий электропередач, распределительных электросетей и взрывоопасных установок (глава IIIЭ-13 «Электроустановки взрывоопасных производств»), Правил пожарной безопасности при проведении строительно-монтажных работ, Правил устройства и безопасной эксплуатации подъемных кранов, Правил пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства, Типовой инструкции по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах и Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок.

Приспособления, предназначенные для обеспечения удобства монтажных работ и безопасности работающих (лестницы, стремянки, леса, подмосты), должны удовлетворять требованиям ГОСТ 12.2.012—75 «ССБТ. Приспособления по обеспечению безопасного производства работ. Общие требования».

При производстве сварочных работ и сварке металлов должны быть выполнены требования ГОСТ 12.2.007—75 «ССБТ. Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности», ГОСТ 12.3.003—75 «ССБТ. Работы электросварочные. Общие требования безопасности», Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (глава ЭШ-2. «Электрическая сварка»), ГОСТ 12.2.008—75 «ССБТ. Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металлов и технического напыления покрытий. Требования безопасности». При выполнении сварочных работ на аппаратах (сосудах) надлежит руководствоваться техническими условиями (ТУ) на изготовление сосудов и Правилами устройства

и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Выбор электродов необходимо производить в соответствии с действующими нормативами.

Подготовка к выполнению монтажных работ должна производиться следующим образом. К началу монтажа оборудования должны быть закончены работы по монтажу железобетонных конструкций, устройству стеновых заполнений, рабочих площадок, фундаментов и оснований под оборудование и металлоконструкций, каналов для прокладки трубопроводов, черновых полов, а также изоляции и стен. Помещения и фундаменты должны быть освобождены от строительных лесов, опалубки и очищены от строительного мусора. В зданиях и сооружениях, сдаваемых под монтаж, строительная организация должна нанести главные оси и высотные отметки. При приемке особое внимание обращают на состояние фундаментов под компрессоры, компрессорные агрегаты, насосы, а также закладных деталей для крепления потолочных и пристенных охлаждающих батарей, подвесных и навесных охладителей, элементов каркаса подвесных путей и конвейеров, трубопроводов, термоизоляции и др.

Акт готовности объекта к производству монтажных работ составляют представители строительной и монтажной организаций в присутствии технического надзора заказчика.

До начала монтажных работ организуют монтажную площадку, на которой располагают конторские помещения для линейного персонала, бытовые помещения для рабочих (гардеробные, душевые, помещения для отдыха, приема пищи и обогрева в зимнее время), складские помещения для хранения монтажных механизмов, приспособлений, инструментов и материалов, требующих закрытого хранения; временные коммуникации и устройства для подачи электроэнергии, воды, сжатого воздуха, ацетилена, кислорода к рабочим местам. В холодильных камерах, машинном и аппаратном отделениях оборудуют постоянное или временное низковольтное освещение (машинное отделение должно отапливаться и иметь вентиляцию).

На территории монтажной площадки определяют зоны, опасные для работы и прохода людей, ограждают их и снабжают предупреждающими надписями. Места производства работ, особо опасные в пожарном отношении, оборудуют противопожарными средствами, а работы выполняют в присутствии дежурного пожарной охраны строительства (предприятия). Для оказания первой медицинской помощи монтажную площадку снабжают аптечками с необходимым набором медикаментов, перевязочных средств и др.

На монтажном объекте оборудуют сварочный пост, верстак с тисками, комнату для хранения инструментов, комплектующих узлов, материалов и спецодежды. В соответствии с требованиями техники безопасности баллон с кислородом распола-

гают от ацетиленового генератора на расстоянии не менее 10 м и прикрепляют его к стенке хомутом. На такое же расстояние должен быть удален генератор от места сварки. Электросварочный аппарат по согласованной схеме подключается к сети электриком согласно правилам устройства электроустановок.

Бригада по монтажу должна состоять из слесарей-монтажников, электросварщиков ручной сварки, газосварщиков и электромонтажников. Эти специальности может совмещать один или несколько рабочих. В состав бригады должны входить не менее двух человек. При выполнении пусконаладочных работ в составе бригады должны быть слесарь-наладчик холодильного оборудования и слесарь-электроналадчик. Все рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и защитными средствами.

Монтажная бригада получает от мастера или другого лица инженерно-технического персонала монтажной организации задание, наряд, план организации работ, план расстановки оборудования по проекту, схемы трубопроводов, рабочие чертежи отдельных узлов и деталей, спецификации оборудования и материалов, монтажный инструмент и приспособления, монтажные материалы, спецодежду, проходит инструктаж по правилам техники безопасности на рабочем месте. К плану организации работ прилагаются график поставки оборудования, материалов и их монтажа, инструкции по выполнению основных монтажных операций; рабочие схемы расстановки такелажных приспособлений и механизмов; схемы подачи на монтажную площадку электроэнергии, воды и сжатого воздуха и порядок доставки кислорода, карбида кальция или ацетилена.

Для обеспечения безопасности работ при монтаже холодильного оборудования наряду со строгим выполнением действующих правил техники безопасности необходимо выполнять следующие требования.

1. Все рабочие, занятые на монтаже, должны пройти вводный инструктаж по технике безопасности, пожарным мероприятиям, производственной санитарии и оказанию первой (доврачебной) помощи. Кроме того, все рабочие должны быть обучены методам безопасной работы в конкретных условиях по специально составленной программе. Грузоподъемные приспособления должны быть проверены и испытаны перед началом монтажа в соответствии с правилами Госгортехнадзора СССР.

2. Монтаж технического оборудования[1] должен выполняться в соответствии с проектом производства монтажных работ (при малом объеме работ допускается замена проекта тех-

---

[1] Последовательность монтажа см. Д. М. Гальперин. Монтаж и наладка холодильных установок. М., 1976; Эксплуатация холодильников. Справочник: Холодильная техника/под ред. А. В. Быкова, 1977.

нологической картой или запиской. Все основные и вспомогательные аппараты стороны нагнетания и стороны всасывания после монтажа проверяют на прочность и плотность (см. приложение 5).

3. Материалы, детали, узлы и арматура, используемые для изготовления и монтажа трубопроводов, должны соответствовать требованиям стандартов, нормалей и технических условий. Обязательно наличие сертификатов или паспортов заводов-изготовителей.

4. Сборочные работы на высоте разрешается производить только с подмостей или лесов. Разрешается применять только инвентарные леса, подмости, люльки, лестницы и стремянки. Устройство неинвентарных лесов и подмостей допускается только с разрешения главного инженера монтажной организации по утвержденным чертежам. Леса и подмости допускают к эксплуатации после приемки прорабом или мастером. Ширина настилов лесов и подмостей должна быть не менее 1м, высота прохода не ниже 1,8 м. При расположении настила выше 1,1 м от уровня пола устанавливают перила высотой не менее 1 м, имеющие поручни, один горизонтальный брус и бортовую доску высотой 0,15 м.

Приставные лестницы должны иметь высоту не более 5 м. Высоту лестницы выбирают с таким расчетом, чтобы рабочий работал на ступени, удаленной от верхнего конца лестницы не менее чем на 1 м. Ступени деревянных лестниц врезают в боковые тетивы. Использование деревянных лестниц со ступенями, прибитыми к тетивам без врезки, не разрешается. Не реже чем через каждые 2 м тетивы скрепляют между собой стяжными болтами. Верхние концы лестниц крепят к строительным конструкциям, нижние концы снабжают наконечниками для предохранения от сползания или скольжения. Для мягких оснований (земля, дерево, асфальт) лестницы оборудуют металлическими наконечниками, для твердых оснований (бетон, железо, керамическая плитка) — резиновыми. Приставные лестницы испытывают не реже раза в 6 мес статической нагрузкой 1200 Н (120 кгс), приложенной к одной из ступеней в середине пролета лестницы, установленной под углом 75° к горизонтальной плоскости.

При работе на высоте необходимо пользоваться предохранительным поясом, испытанным статической нагрузкой 3000 Н (300 кгс) в течение 5 мин. Пояс испытывают не реже раза в 6 мес, после чего его снабжают клеймом с указанием его номера и даты испытаний.

5. Места работы, проходы и проезды с недостаточным естественным освещением оборудуют источниками искусственного освещения. Неосвещенные места, в которых работы не производят, закрывают для прохода. Монтажные проемы в стенах и перекрытиях ограждают или закрывают сплошными щитами

достаточной прочности. В местах переходов через траншеи, каналы и ямы устраивают переходы шириной не менее 0,8 м с перилами высотой 1 м. Вдоль перил и ограждений устанавливают бортовую доску высотой не менее 0,15 м.

6. Должна соблюдаться электробезопасность при проведении строительно-монтажных работ. Клеммы электродвигателей должны быть постоянно закрыты крышкой, которую снимают только при отключении электродвигателя от сети. Вращающиеся части электродвигателей ограждают. Снятие ограждений допускается только после отключения электродвигателя от сети. Корпуса электрооборудования должны быть надежно заземлены. Включать электроустановки может только специально обученный рабочий.

Электроинструмент должен быть безопасным в работе, иметь недоступные для случайного прикосновения токонесущие части, быстро включаться в электросеть и отключаться от нее. Напряжение электроинструмента в помещениях без повышенной опасности не должно превышать 220 В, с повышенной опасностью и вне помещений — 36 В, в особо опасных помещениях и при неблагоприятных условиях (работа в баках, котлах, колодцах) — 36 В с обязательным применением индивидуальных защитных средств. Для подключения электроинструмента к сети используют только шланговый провод со специальным штепсельным разъемом с заземляющим штифтом.

Переносные светильники должны соответствовать классу взрывоопасности помещения, в котором они применяются (например, в помещениях аммиачных установок обязательно применение взрывозащищенного исполнения), иметь устройство для крепления корпуса светильника на месте работы. Напряжение переносных светильников в помещениях с повышенной опасностью не должно превышать 36 В, в особо опасных помещениях и вне помещений — не выше 12 В. Переносные светильники присоединяют к источнику питания шланговым проводом. Проверку на отсутствие замыкания на корпус и состояния изоляции проводов переносных электрических светильников производят мегоомметром не реже раза в месяц. Понижающие трансформаторы должны быть установлены снаружи.

7. Должна соблюдаться безопасность при электросварке, а также при газовой сварке и резке. К выполнению этих работ допускаются сварщики, прошедшие специальное обучение и аттестацию в соответствии с Правилами испытания электросварщиков и газосварщиков для допуска их к ответственным сварочным работам, утвержденными Госгортехнадзором СССР. При сварочных работах необходимо руководствоваться техническими условиями на изготовление сосудов и Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Рабочие места для газовой сварки и резки в закрытых по-

мещениях должны быть оборудованы вентиляцией с местными отсосами. Газосварщики и газорезчики должны иметь специальную одежду и защитные очки. Сварка или резка тары из-под горючих материалов или кислот может производиться только после промывки и пропаривания.

При выполнении электросварочных работ кроме общих мер электробезопасности должна быть предусмотрена защита глаз и лица сварщика от воздействия световой радиации. Защитные шлемы или щитки должны иметь стекла-светофильтры, которые подбираются в зависимости от характера выполняемых работ. Защиту окружающих людей от влияния радиации обеспечивают установкой щитов или устройством кабин для сварщиков. Для защиты от вредных газов рекомендуется устройство местных отсосов при производстве работ в стационарных условиях, а также общеобменной вентиляции.

Требования техники безопасности, предъявляемые при выполнении электро- и газосварочных работ, подробно изложены в главе 5.

8. Должна обеспечиваться безопасность при работе на станках (заточных, металлорежущих) и ручных машинах (электродрели, пневматические молотки и сверла, строительные пистолеты). Эксплуатацию подобного оборудования необходимо осуществлять в соответствии с инструкциями, с которыми должен быть ознакомлен каждый рабочий.

В пределах движущихся частей станков создается постоянная опасная зона. При попадании в эту зону человека или его одежды возможны травмы. Станки обычно оборудованы ограждениями, защитными и предохранительными устройствами, блокировкой, однако не все движущиеся части могут быть ограждены или защищены от соприкосновения с ними человека. Поэтому работа на станках требует повышенного внимания.

При работе на металлорежущих станках соблюдают следующие основные меры безопасности. Перед пуском станок освобождают от посторонних предметов. Деталь надежно закрепляют, к инструменту подают эмульсию для охлаждения. Проверяют наличие ограждений, предохранительных сеток и срабатывание блокирующих устройств. Во время работы станка не разрешается трогать обрабатываемую деталь, измерять ее на ходу, чистить или смазывать станок, удалять стружку рукой, передавать через станок какие-либо предметы.

При работе на заточных станках возможны ранения осколками разорвавшегося абразивного круга, поражения мелкими частицами круга или металла, травмы от соприкосновения рук с вращающимся кругом. Разрыв абразивного круга может произойти из-за чрезмерно большой частоты его вращения, наличия трещин, неправильной установки и неравномерного его износа, защемления обрабатываемого предмета между кругом и подручником, чрезмерно большого давления обрабатываемой

деталью на боковую поверхность круга, усиленного нагревания при его засаливании. На заточных станках запрещается установка кругов большего диаметра, чем это предусмотрено инструкцией, работа с кругами, имеющими трещины; работа боковыми (торцевыми) поверхностями кругов. До установки на станок абразивный круг должен быть испытан на прочность вращением без нагрузки с частотой, превышающей рабочую в 1,5 раза. После испытания на круг наносят клеймо.

При работе на металлорежущих и заточных станках пользуются защитными очками. Рабочая одежда должна быть застегнута, волосы убраны под головной убор.

9. Противопожарные мероприятия должны включать правильную организацию хранения всех видов материалов и поддержание строительной площади в надлежащем состоянии. Место проведения огневых работ должно быть обеспечено средствами пожаротушения. Легковоспламеняющиеся жидкости должны храниться в обособленных (но не в подвальных или полуподвальных) помещениях.

10. Каждый рабочий и инженерно-технический работник, допускаемый к производству работ по оперативному обслуживанию и эксплуатации электрических сетей и токоприемников, должен иметь на руках удостоверение о присвоении ему соответствующей квалификационной группы по электробезопасности. Неэлектротехнический персонал (станочники, строители, работающие с электромеханизмами и электроинструментом) должен пройти специальный производственный инструктаж по электробезопасности. Присваивать им квалификационную группу необязательно. Указанные лица допускаются к работе только после проверки изоляции оборудования и при наличии исправных (проверенных) индивидуальных диэлектрических средств защиты.

Не разрешается допускать к монтажу холодильного оборудования без предварительного инструктажа по технике безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии и правилам внутреннего трудового распорядка; проводить какую бы то ни было работу с машинами, аппаратами и другим оборудованием, если они находятся в приподнятом положении (на лебедках, домкратах, подъемных кранах); применять случайные подпорки и подкладки под оборудование; стоять под оборудованием, находящимся в приподнятом положении; оставлять незатянутыми болты на фланцевых соединениях; пользоваться неисправным ручным инструментом; применять ключи большего размера, чем это требуется, устанавливая металлическую прокладку между гранью ключа и гайкой; удлинять рукоятку ключа металлической трубкой или вторым ключом.

Руководитель работ несет ответственность перед законом во всех случаях, когда несоблюдение правил техники безопасности приводит к травмам.

Особенности монтажа трубопроводов и охлаждающих батарей

Трубопроводы. Монтаж трубопроводов начинают от компрессоров, насосов и аппаратов, чтобы уточняющие прямые отрезки труб находились от них подальше. Узлы (участки) трубопровода вначале соединяют временными креплениями, не допуская, чтобы вес их передавался на машины и аппараты, а затем, после выверки, закрепляют для постоянной эксплуатации. Соединять незакрепленные узлы с аппаратами и устранять зазоры между узлами или фланцами с применением нагрева или натяга не разрешается. Фланцевые соединения арматуры трубопроводов и оборудования аммиачных холодильных установок должны иметь уплотнительные поверхности «выступ—впадина». Перед скреплением болтами фланцевых соединений в них вставляют прокладку. Прокладки из паронита рекомендуется смазывать раствором минерального масла с графитовым порошком. При сборке и сварке фланцевых соединений фланцы устанавливают так, чтобы болтовые отверстия фланцев не совпадали с вертикальной осью, а располагались симметрично относительно нее. Во время сборки головки болтов размещают с одной стороны, болты (шпильки) затягивают в несколько приемов крест-накрест.

При прокладке трубопровода через строительную конструкцию в нее закладывают гильзу (отрезок трубы). Минимальная разность между внутренним диаметром гильзы и наружным диаметром трубы 20—30 мм. Гильзы должны выступать на 50—200 мм с обеих сторон строительной конструкции. Внутри гильз не должны находиться сварные или фланцевые соединения. Концы гильз заполняют асбестом. При прокладке изолированных трубопроводов диаметр гильзы выбирают с учетом толщины изоляции.

При монтаже аммиачных трубопроводов недопустимы изломы и местные спуски. На горизонтальных участках обратных (всасывающих) водяных и рассольных трубопроводов не должно быть мест, расположенных выше всасывающего патрубка насоса. На прямых участках холодильных трубопроводов длиной более 100 м для компенсации тепловых деформаций (удлинений, укорачиваний) устанавливают П-образные компенсаторы. Для уменьшения напряжения в холодильном трубопроводе компенсатор перед установкой сжимают (стягивают) на величину, указанную в проекте. Компенсаторы, устанавливаемые на «горячих» (нагнетательных и др.) трубопроводах, растягивают. В местах, где трубопроводы могут подвергаться повреждению от ударов, устанавливают защитные ограждения.

После укладки всей линии трубопровода сваривают монтажные стыки. Запорно-регулирующую арматуру устанавливают по ходу движения транспортируемой среды под клапан,

за исключением соленоидных вентилей и аммиачного запорного вентиля типа 15С29 бт диаметром 200 мм, которые устанавливают по ходу движения среды на клапан. Фланцевые, сварные и другие соединения трубопроводов не должны размещаться в стенах, перекрытиях и недоступных для ремонтных работ местах.

В труднодоступных местах работы необходимо вести с лесов, подмостей и стремянок с соблюдением всех мер предосторожности. При прокладке низкотемпературных трубопроводов необходимо обращать внимание на наличие изоляционных прокладок в опорах и местах прохода через строительные конструкции во избежание льдообразования и примерзания опор в процессе эксплуатации.

Нагнетательные трубопроводы присоединяют к магистралям с загибом труб по ходу движения паров аммиака. Запорную арматуру устанавливают также по направлению движения аммиака с поступлением его под клапан. Электромагнитные вентили и вентили с приводами устанавливают в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

Аммиачные газовые и жидкостные фильтры монтируют так, чтобы аммиак входил в сетку фильтра и выходил, проходя через нее, в полость корпуса. При монтаже газовых фильтров добиваются горизонтального расположения их основной оси, жидкостных — расположения вниз крышкой корпуса. Во всех верхних точках обратных рассольных трубопроводов устанавливают воздухоспускные краны диаметром 12 мм для удаления воздуха из системы при ее заполнении рассолом. Приемные клапаны для воды и рассола располагают на конце вертикального участка трубопроводов. Обратные клапаны для воды и рассола монтируют аналогично аммиачным обратным клапанам подобной конструкции.

При монтаже аммиачных трубопроводов необходимо применять штампованные переходы. Использование сварных лепестковых переходов не разрешается. Допускается применение переходов с одним продольным швом.

Охлаждающие батареи. Потолочные батареи монтируют с помощью погрузчиков (на первых этажах зданий), одностоечных подъемников или ручных рычажных лебедок через блоки, прикрепленные к закладным деталям. Перед монтажом потолочных батарей проверяют правильность установки и качество заделки закладных деталей в соответствии с проектом. При подъеме батарей с помощью ручных рычажных лебедок следят, чтобы тросы выбирались одинаково, батарея находилась все время в горизонтальном положении и отдельные ее участки не прогибались. После окончания подъема проверяют горизонтальность установки батареи и затягивают окончательно гайки болтов.

Особенности монтажа электрооборудования

Устанавливаемое в помещениях машинных и аппаратных отделений аммиачных холодильных установок электрооборудование должно соответствовать требованиям Правил устройства электроустановок, Правил изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования. В этих помещениях вентиляторы и их электродвигатели для аварийной и постояннодействующей вытяжной вентиляции должны устанавливаться во взрывоопасном исполнении, а электродвигатели приточных вентиляторов — в закрытом исполнении. Устройство, размещение и ограждение конструкции электрораспределительных устройств и трансформаторных подстанций должны соответствовать Правилам устройства электроустановок.

Монтаж электрооборудования производится строго по проекту. Выполнять работы без проекта или утвержденной схемы не разрешается, так как это может привести к пожарам и поражению людей электрическим током.

Каждая холодильная установка должна иметь устройство, снимающее напряжение со всех ее частей одновременно. Отключающее устройство монтируется вблизи холодильного агрегата на высоте 1,5—1,6 м от пола. Магнитные пускатели или панели с электропусковыми приборами монтируются в местах, удобных для обслуживания, чтобы к ним был свободный доступ, а ширина проходов была не менее 1,2 м. Электропроводка монтируется в соответствии с требованиями для особо сырых помещений. При монтаже особое внимание уделяют правильности выбора сечения установочных проводов, нагревательных элементов тепловых реле магнитных пускателей, автоматических выключателей или плавких предохранителей.

После монтажа электрооборудования проводят испытания сопротивления изоляции проводов, которое должно быть не менее 500 кОм, и сопротивления заземляющих устройств (сопротивление контура заземления, переходных сопротивлений и сопротивления петли фаза-нуль). Испытания проводят работники, имеющие специальные удостоверения и снабженные приборами № 1101 (мегаомметр), М416 (прибор для измерения сопротивления заземления) и М417 (прибор для измерения сопротивления петли фаза-нуль).

Монтаж контрольно-измерительных приборов, предохранительных устройств, приборов автоматического регулирования и контроля

Приборы и средства измерения и автоматизации, устанавливаемые непосредственно в машинном или аппаратном отделениях аммиачной холодильной установки, должны удовлетворять требованиям Правил устройства электроустановок, предъявляемым к помещениям класса В-1б; приборы и средства

автоматизации, не соответствующие этим требованиям, монтируют в смежном с машинным залом помещении так, чтобы было удобно вести за ними наблюдения. Во избежание проникновения паров аммиака в помещение, где расположены приборы, в нем должна быть предусмотрена приточная вентиляция с подпором воздуха не менее 200 Па (20 мм вод. ст.).

Места установки приборов должны обеспечивать надежный контроль или регулирование соответствующих параметров, доступность приборов обслуживающему персоналу и хорошую видимость шкал настроек. Для удобства обслуживания все приборы и средства автоматики, вмонтированные в холодильные трубопроводы, должны снабжаться запорными вентилями с обеих сторон. Они устанавливаются так, чтобы вибрация их была минимальной.

Особое внимание при монтаже приборов автоматики (измерительных приборов) следует уделять расположению устройств для отбора жидкости или пара и первичных преобразователей (датчиков) приборов, которое определяется в основном характеристикой измеряемого (регулируемого) параметра, минимально возможной вибрацией приборов, доступностью для обслуживающего персонала и выполнением указаний инструкции к прибору. Для удобства обслуживания (ремонта, профилактики) все приборы и средства автоматизации и измерения, вмонтированные в холодильные трубопроводы, должны быть расположены между запорными вентилями.

Монтаж на пультах и щитах заводского изготовления каких-либо дополнительных щитков или устройств не рекомендуется. В монтаж должны приниматься приборы и средства автоматизации, прошедшие стендовую проверку. При стендовой проверке проверяют целостность электрических цепей и трубных проводок, сопротивление изоляции, основную приведенную погрешность, срабатывание регулирующей части и переключателей, работу механизма передвижения диаграммной бумаги и качество записи.

Точность показаний жидкостных и манометрических термометров, термопар и термометров сопротивления, манометров, ротаметров, реле магнитных пускателей и другой пусковой аппаратуры перед монтажом не проверяют. Все смонтированные приборы автоматики, прошедшие стендовую проверку, должны быть настроены на уставку, отличающуюся от нормальной величины контролируемого параметра на 10—15 %. Места отбора импульсов давления на компрессорах должны располагаться обязательно перед (по ходу паров аммиака) всасывающим и нагнетательным вентилями компрессора.

Электроаппаратуру автоматики лучше располагать на металлических щитах, размеры которых определены ГОСТ 3244—68, и пультах типа ПУСК (ПУСК-11, ПУСК-21 и ПУСК-22).

Разработка различных модификаций приборных щитков и колонок и изготовление их в заводских условиях позволяют вести монтаж систем автоматизации холодильных установок на объектах индустриальными методами и, следовательно, повысить качество монтажных работ.

Контрольно-измерительные приборы. Манометры и мановакуумметры, применяемые для измерения давления в аппаратах (сосудах), машинах и трубопроводах холодильных установок, имеют две шкалы: внутреннюю — давлений, внешнюю — температур насыщенного пара, соответствующих этим давлениям. Манометры, устанавливаемые со стороны нагнетания, должны быть градуированы на избыточное давление от 0 до 2—2,5 МПа (20—25 кгс/см^2). Для измерения давления кипения устанавливают мановакуумметры со шкалой от 760 мм рт. ст. до 1,2—1,6 МПа (12—16 кгс/см^2).

Манометры и мановакуумметры должны иметь класс точности не ниже 2,5 и устанавливаться так, чтобы была исключена их вибрация и показания были отчетливо видны. Циферблат должен быть расположен в вертикальной плоскости или с наклоном вперед до 30°. Манометры и мановакуумметры, установленные на высоте 3—5 м от уровня обслуживания, должны иметь диаметр не менее 200 мм. Следует выбирать манометры с такой шкалой, чтобы предел измерения рабочего давления находился во второй трети шкалы. Для аммиачных систем разрешается применять только манометры (мановакуумметры), на которых есть надпись «Аммиак».

На циферблате каждого манометра должна быть нанесена красная черта через деление шкалы, соответствующее максимально разрешенному давлению нагнетания. Взамен нанесения краской черты разрешается укреплять снаружи манометра металлическую пластинку (в виде стрелки), окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра.

Мановакуумметры должны быть установлены на каждой всасывающей магистрали испарительной системы холодильной установки с неагрегатированными машинами, а на каждой нагнетательной магистрали монтируют отдельный манометр, подводящую трубку к которому присоединяют за обратным клапаном (по ходу паров аммиака). При наличии нескольких ступеней сжатия должны быть установлены манометры для определения промежуточных давлений. У каждого компрессора должны быть установлены мановакуумметры и манометры для наблюдения за рабочими давлениями всасывания, нагнетания, в системе смазки и картере. На нагнетательной стороне манометр устанавливают между компрессором и маслоотделителем.

Места установки манометров на компрессорах и аппаратах обусловлены их конструкцией.

Манометры и мановакуумметры устанавливают непосредственно на компрессорах, аппаратах и трубопроводах, а также

выносят на щит, где монтируют в вырезанных гнездах. При монтаже манометров на щите среда для измерения давления подводится по трубопроводам. Перед манометром устанавливают вентиль соответствующего диаметра и присоединяют его с помощью ниппелей и накидных гаек. На горизонтальных трубопроводах среду для измерения давления отбирают с верхних точек трубы.

Все установленные манометры и мановакуумметры должны быть запломбированы или иметь клеймо госповерителя (рис. 21).

При монтаже самопишущего манометра надо соблюдать следующий порядок: промыть перо и, если оно засорилось, прочистить, завести часовой механизм, установить диаграмму, наполнить перо чернилами с помощью пипетки и включить прибор.



Рис. 21. Государственный знак (клеймо), наносимый на пломбу манометра

Обнаруженные дефекты в работе самопишущих приборов следует устранять немедленно; если перо не пишет или получается прерывистая или неравномерная по толщине линия, надо прочистить канал пера иглой; если между прямым и обратным ходом пера наблюдаются значительные расхождения в показаниях, надо отогнуть рычаг пера на соответствующую величину; если перо не реагирует на колебания измеряемого давления, следует продуть подводящую линию; если прибор дает заниженные показания, необходимо устранить негерметичность подводящей линии, трубки или пружины; если показания прибора непостоянны, надо патрубок прибора соединить с атмосферным воздухом, установить перо на нуль, снять диск, затянуть винты и поставить диск на место; если перо сместилось с положения, в котором оно было установлено при тарировке, надо патрубок соединить с атмосферным воздухом и поставить перо на нуль при помощи арретира.

Ртутные стеклянные термометры защищают металлическими оправами с двусторонними пазами вдоль всей шкалы термометра, что способствует хорошему освещению шкалы. На трубопроводах термометры устанавливают в термометровых гильзах. Шкала термометра должна выступать из гильзы, чтобы при контроле температуры не извлекать термометр и тем самым не вносить искажения в точность измерения.

Плоские смотровые стекла типа «Клингер», применяемые в качестве визуальных указателей уровня жидкости в кожухотрубных теплообменных аппаратах, сосудах и ресиверах, должны быть снабжены приспособлением для автоматического их отключения в случае поломки.

Предохранительные устройства. Размер и конструкция предохранительных клапанов в компрессорах должны соответствовать требованиям технических условий заводов-изготовителей,

на аппаратах — требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Все кожухотрубные (элементные) аппараты, сосуды (ресиверы, промежуточные сосуды) и технологическое оборудование с непосредственным охлаждением (морозильные аппараты, льдогенераторы, фризеры) должны иметь пружинные предохранительные клапаны в соответствии с требованиями Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Предохранительные клапаны аппаратов (сосудов) на нагнетательной и всасывающей сторонах должны быть отрегулированы на начало открывания при давлении, указанном в паспортной документации завода-изготовителя. При наличии в холодильной установке аппаратов с различными разрешенными давлениями их предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на начало открывания: на стороне всасывания — 1,2 МПа ($\sim$12 кгс/см^2); на стороне нагнетания — 1,8 МПа ($\sim$18 кгс/см^2).

Предохранительный пружинный клапан компрессора, соединяющий при своем открывании полости нагнетания и всасывания (или ступени сжатия), должен быть отрегулирован на открывание при разности давлений в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

В компрессорах, имеющих вместо пружинных предохранительных клапанов чугунные предохранительные пластинки, последние должны разрываться при разности давлений не более 1,6 МПа ($\sim$16 кгс/см^2). Они должны иметь клеймо завода-изготовителя (или мастерской) с указанием разности давлений разрыва. Клеймо ставится на нерабочей части пластинки. Применять пластинки без клейма или самодельные, а также устанавливать вместо одной пластинки две и более не разрешается. Пластинка должна быть изготовлена из чугуна. Толщина нерабочей части пластинки должна быть 2 мм.

В системах непосредственного охлаждения с автоматическим закрыванием жидкостных и всасывающих вентилей батарей и воздухоохладителей устанавливают предохранительные клапаны на всасывающих трубопроводах камер с выпуском паров во всасывающие магистрали за запорными вентилями (по ходу аммиака). Эти клапаны должны быть отрегулированы на начало открывания при избыточном давлении 1,2 МПа ($\sim$12 кгс/см^2).

Устанавливать запорные органы между аппаратом (сосудом) и предохранительным клапаном не разрешается. Для обеспечения непрерывной работы оборудования (при проверке клапанов) и уменьшения потерь аммиака необходимо устанавливать переключающий вентиль с двумя предохранительными клапанами, работающими таким образом, что при любом положении шпинделя вентиля оба предохранительных клапана или один из них будет соединен с аппаратом. Каждый из этих кла-

панов должен быть рассчитан на полную пропускную способность. Не разрешается присоединять несколько аппаратов к одному общему предохранительному клапану, а также устанавливать заглушки и предохранительные пластины вместо предохранительных клапанов.

Предохранительные клапаны, установленные на компрессорах, проверяют ежегодно, а также каждый раз после ремонта. Состояние предохранительных клапанов на аппаратах (сосудах) проверяют не реже 1 раза в шесть месяцев. После установки проверенного предохранительного клапана на место пломбируют колпак и ограждающее устройство с составлением соответствующего акта. Предохранительный клапан и пломба с него снимаются обслуживающим персоналом по указанию лица, ответственного за исправное состояние и безопасное действие аппаратов в присутствии механика холодильной установки или лица, его заменяющего.

Для каждой холодильной установки необходимо иметь не менее одного запасного пружинного предохранительного клапана (с соответствующим диаметром прохода), законсервированного для длительного хранения, а для каждого компрессора с пластинчатыми предохранительными клапанами — по шесть запасных чугунных калиброванных (клейменых) пластинок.

Вертикальные компрессоры и компрессоры с угловым расположением цилиндров должны иметь в каждом цилиндре крышку безопасности с тарированными буферными пружинами. Крышка безопасности должна подниматься буферной пружиной при давлении в цилиндре выше давления нагнетания не более чем на 0,3 МПа (~3 кгс/см^2). Применять буферные пружины от других компрессоров или незаводского изготовления не разрешается.

Пары аммиака удаляются в атмосферу через предохранительные клапаны по трубе, выводимой на 1 м выше конька крыши наиболее высокого здания в радиусе 50 м. Диаметр отводящей трубы должен быть не меньше диаметра отверстия предохранительного клапана. Допускается присоединение предохранительных клапанов к общей отводящей трубе, поперечное сечение которой должно быть не менее 50 % суммы сечений отводящих труб. Устанавливать на отводящих трубах запорные устройства не допускается. Если число отводящих труб равно 4 и менее, общее сечение должно быть не меньше суммы сечений отводящих труб.

Приборы автоматического регулирования и контроля. Материалы, конструкции и изделия, применяемые при монтаже систем автоматизации, должны соответствовать спецификациям проекта, государственным стандартам или техническим условиям и иметь соответствующие сертификаты, технические паспорта или другие документы, удостоверяющие качество материалов, конструкций и изделий.

Чувствительные элементы жидкостных и манометрических термометров, термосигнализаторов, термопар и термометров сопротивления располагают в центре потока среды.

При измерении температуры в неагрессивных средах (вода, хладоноситель) датчик устанавливают непосредственно в потоке, в агрессивных средах, а также при больших скоростях потоков применяют защитные гильзы с тонкой стенкой минимально допустимой толщины. Внутренний диаметр гильзы должен быть на 2—3 мм больше диаметра датчика; для улучшения теплообмена пространство между гильзой и датчиком заполняют веретенным маслом. В местах ввода чувствительного элемента во избежание излома оставляют 2—3 свободных витка диаметром не менее 100 мм, необходимых для свободного выхода элемента из гильзы. Капиллярную трубку крепят к трубе скобами через каждые 250—300 мм.

Датчик вблизи запорной арматуры не устанавливают, так как там нарушается нормальный поток измеряемой среды. На трубопроводах диаметром 50 мм и выше чувствительный элемент устанавливают наклонно к оси трубы навстречу потоку, а на трубопроводах бо́льших диаметров — перпендикулярно потоку так, чтобы его середина находилась на оси трубы. Датчики на вертикальных трубопроводах устанавливают только на восходящих потоках, с углом наклона 0,523 рад. В случае монтажа датчиков на трубопроводах с условным проходом менее 65 мм в месте установки в трубопровод вваривают бочонок из трубы большего диаметра. Датчики устанавливают в отводах трубопровода также навстречу потоку.

Рабочие части поверхности термометров сопротивления должны плотно прилегать к контролируемой поверхности. Термометры сопротивления, согласно проекту, монтируют для измерения температуры воздуха в помещении на скобах, щитках. Устанавливать эти термометры непосредственно на стене допускается только в особых, технически обоснованных случаях.

Реле давления, предназначенные для автоматической защиты компрессоров от недопустимого повышения давления нагнетания и понижения давления всасывания, монтируют в основном на холодильном агрегате или на щите регулирующей станции. Аммиачные реле давления присоединяют к холодильной установке стальными трубами диаметром $10\times1{,}5$ мм.

Отборы для измерения давления и разрежения не должны иметь выступов внутрь технологического оборудования или трубопроводов. Отборы для измерения давления на горизонтальных и наклонных участках трубопроводов должны располагаться: на газо- и воздухопроводах — сверху; на трубопроводах жидкости и пара — сбоку.

Реле перепада давлений РКС-1А подключают следующим образом: «плюс» прибора — к стороне высокого давления, а «минус» — к стороне низкого давления.

Поплавковую камеру двухпозиционного регулятора уровня ПРУД, предназначенного для автоматического поддержания постоянного уровня жидкости в сосудах и аппаратах, работающих под давлением аммиака, рассола и воды, монтируют в непосредственной близости от аппарата (сосуда), в котором регулируют уровень. Расстояние между ними в свету должно быть не менее 250 мм (с учетом толщины изоляции). Камеру устанавливают так, чтобы ее середина совпала с регулируемым уровнем; при этом надпись на крышке прибора «Верх» должна соответствовать положению камеры.

Горизонтальность положения камеры проверяют уровнем или отвесом. При монтаже камеры и основного клапана предусматривают возможность отключения их для ревизии и ремонта; для этого на соединяющих и питающих прибор трубопроводах устанавливают запорные вентили. Перед клапаном монтируют ручной регулирующий вентиль на случай выхода прибора из строя и фильтр.

Трубкой диаметром 10×1,5 или 14×1,5 мм соединяют камеру с поплавком и основной клапан. Длина ее не должна превышать 10 м. Трубку прокладывают горизонтально с плавными отводами и соединяют ее с камерой клапаном с помощью ниппелей и накидных гаек. Камеру и клапан изолируют, за исключением крышки камеры и соединительной трубки.

Место крепления датчика ДПРУ полупроводниковых реле уровня ПРУ-5 (ПРУ-4) выбирают в зависимости от того, с какой целью применяют реле. Учитывают назначение аппарата холодильной установки, конкретный вариант его исполнения в системе и принятую степень автоматизации (защита, сигнализация или регулирование уровня).

Датчики реле соединяют с аппаратом отдельными уравнительными трубопроводами. Если на аппарате устанавливают два, три или четыре датчика, то для их монтажа требуются специальные колонки диаметром 76 мм, которые соединяются с сосудом уравнительными паровыми и жидкостными трубопроводами диаметром 25 мм с запорными вентилями.

Реле протока воды типа РП-67 устанавливают на трубопроводе слива воды после рубашки цилиндра, а все остальные приборы защитной автоматики (реле давления РД-4А, реле перепада давлений РКС-1А, реле температуры ТР-2А-06ТМ) монтируют на специальном щитке вблизи компрессора.

Соленоидные вентили монтируют на горизонтальных участках трубопроводов электромагнитом вверх, причем после вентиля не должно быть поднимающихся участков трубопровода. Движение среды должно быть направлено на клапан. Перед соленоидным вентилем устанавливают сетчатый фильтр с ячейками 2×2 мм, а до и после него — запорные вентили для возможности ремонта и замены. Для надежной очистки сетку обертывают тканью. Соленоидные вентили монтируют так, чтобы

над ними было свободное пространство (около 100 мм) для смены катушек, а под ними — для отвинчивания колпачка устройства для ручного подъема основного клапана в случае выхода вентиля из строя.

Перед монтажом терморегулирующих вентилей (ТРВ) проверяют целостность чувствительного элемента и капиллярной трубки. Устанавливают их в непосредственной близости от регулируемого объекта и монтируют на щитке, укрепляя хомутами, или на трубопроводе, питающем аппарат. На трубопроводе перед ТРВ устанавливают фильтр.

В крупных аммиачных холодильных установках ТРВ внешне уравновешены (для исключения влияния на их работу гидравлических потерь в аппаратах). Уравнительную трубку вваривают во всасывающий трубопровод за чувствительным элементом, ближе к компрессору. На горизонтальном всасывающем трубопроводе уравнительную трубку вваривают во избежание попадания в нее масла на верхней образующей трубы. В случае присоединения к вертикальному трубопроводу ее выполняют в виде направленной вверх петли. Уравнительную петлю не изолируют.

Чувствительный элемент прибора погружают в находящийся на трубопроводе бочонок. Если такое включение по каким-либо причинам невозможно, то для лучшего контакта место на трубопроводе для крепления чувствительного элемента зачищают наждачной бумагой.

В связи с тем что аммиачные ТРВ обычно не обеспечивают плотного закрытия проходного сечения после остановки компрессора, перед ним на трубопроводе устанавливают соленоидный вентиль, получающий импульс от магнитного пускателя компрессора.

Монтаж реле контроля смазки заключается в креплении корпуса к щиту регулирующей станции или к кронштейнам непосредственно у компрессорного агрегата. К прибору подводят давление по трубам диаметром 6×1 мм. Соединение ниппельное с накидными гайками. При отжатии накидных гаек во избежание повреждения вторым ключом фиксируют шестигранник штуцера прибора.

Все приборы и средства автоматизации, устанавливаемые или встраиваемые в технологические аппараты и трубопроводы, следует устанавливать только после очистки и промывки аппаратов и трубопроводов до их гидравлического испытания на прочность и герметичность.

В помещениях машинного и аппаратного отделений электропроводку систем автоматизации выполняют только изолированными проводами в стальных защитных трубах или бронированными кабелями, открыто на кабельных конструкциях, стальных лотках, в каналах. Допускается открытая прокладка небронированных кабелей на кабельных конструкциях и лотках, если

кабели не подвергаются воздействиям окружающей среды и отсутствует возможность их механического повреждения.

Минимально допустимая площадь сечения жил проводов и кабелей электропроводок систем автоматизации во взрывоопасных помещениях должна быть 1,5 мм^2 — для медных и 2,5 мм^2 — для алюминиевых. По рекомендации заводов—изготовителей аппаратов, приборов и других средств автоматизации допускается применение медных проводов и кабелей меньших сечений. При монтаже используют провода и кабели с алюминиевыми жилами. Провода и кабели с медными жилами применяют в цепях термометров сопротивления и термопар, а также в цепях измерения, управления, питания, сигнализации напряжением до 60 В при сечении жил проводов и кабелей до 0,75 мм^2.

Прокладывать в одной трубе провода, идущие к термометрам сопротивления и датчикам, с проводами, идущими к соленоидным вентилям и прочим цепям с напряжением 220 В и выше, не разрешается.

Вводы в щиты, соединительные коробки и приборы автоматики уплотняют в соответствии с Правилами устройства электроустановок для взрывоопасных помещений. На кабелях и проводах должны быть соответствующие маркировочные бирки.

Сборки зажимов выносят за пределы взрывоопасных помещений. В случае необходимости установки сборок зажимов в машинном или аппаратном отделениях их выполняют в пыленепроницаемом исполнении. Сборки зажимов не должны иметь клемм с нажатием на жилу проводника торцом винта без прокладки.

В машинном и аппаратном отделениях и в наружных установках заземлению подлежат все электроприемники независимо от значения напряжения тока, а также оборудование, установленное на заземленных металлических конструкциях, и кабельные конструкции. В качестве заземляющих проводников используют проводники, специально предназначенные для этой цели, а также нулевые провода.

Монтаж электрических проводок систем автоматизации выполняют в соответствии с требованиями СНиП и Правил устройства электроустановок.

Опыт работы холодильных установок показал, что при проведении монтажных работ необходимо проверять соответствие выполненных внешних соединений схемам внутренних соединений приборов или исполнительных механизмов. Такая проверка осуществляется прозвонкой электрических цепей с помощью тестера, ампервольтметра или вольтомметра. Проверка цепей прозвонкой может быть выполнена успешно, если будет исключена возможность образования обходных цепей, помимо той, которая в данный момент проверяется. При проверке монтажа необходимо прозвонить и все резервные жилы.

Состояние изоляции проверяют с помощью мегаомметра, рассчитанного на 500 и 1000 В. При проверке изоляции необходимо следить за тем, чтобы не подать высокое напряжение на детали с пониженным испытательным напряжением (электролитические конденсаторы, полупроводниковые приборы, слаботочная телефонная аппаратура). Эти детали должны быть закорочены или отключены в зависимости от схемы. Состояние изоляции считается нормальной, если его электрическое сопротивление соответствует требованиям Правил устройства электроустановок.

Пусконаладочные работы

К пусконаладочным работам относятся: изучение технической документации; проверка соответствия проекту выполненных монтажных работ, их качества и соответствия техническим условиям; ревизия, обкатка компрессоров и другого оборудования; продувка и испытание давлением на прочность и плотность холодильных систем; освобождение холодильных установок от воздуха; наполнение систем хладагентом и хладоносителем; наладка работы всех элементов холодильной установки на холодопроизводительность (без загрузки камер холодильника и других потребителей холода продуктами); наладка работы холодильной установки в эксплуатационных условиях — с загрузкой камер холодильника и других потребителей холода продуктами, инструктаж персонала заказчика по практическим приемам правильной эксплуатации холодильной установки; составление актов и технического заключения о выполненных пусконаладочных работах с рекомендациями; ведение журнала производства пусконаладочных работ.

Пусконаладочные работы выполняют специалисты пусконаладочной организации. В некоторых случаях для выполнения этих работ привлекается персонал заказчика, который работает под руководством ответственных инженерно-технических работников пусконаладочной организации.

Пусконаладочная организация передает заказчику следующую техническую документацию:

утвержденное проектное задание с пояснительно-расчетной запиской;

рабочие чертежи проекта, включающие планы и разрезы помещений холодильной установки с нанесением оборудования и координацией расположения его в вертикальной и горизонтальной плоскостях;

чертежи узлов трубопроводов, нестандартных деталей, нормали стандартных узлов и деталей;

монтажные схемы трубопроводов (аммиачная, хладоновая, рассольная, водяная), с указанием подключения их к оборудованию, диаметров труб, арматуры и экспликацией;

спецификацию оборудования, арматуры, трубопроводов и средств их крепления с технической характеристикой, указанием марок, ГОСТов, единиц измерения и количества;

паспорта (формуляры) заводов-изготовителей на оборудование и инструкции по монтажу и пуску;

рабочие чертежи на нестандартизованное оборудование, подлежащее изготовлению в мастерских монтажных заготовок;

акты на скрытые работы при монтаже оборудования и трубопроводов, выполненные строительной и монтажной организациями.

Для того чтобы убедиться, что выполненные монтажные работы соответствуют проекту, проверяют правильность расположения оборудования в натуре согласно проекту, а также соответствие ТУ и правилам техники безопасности; соответствие проекту количества, марок и производительности установленного оборудования; правильность выполнения всего комплекса работ на холодильной установке в целом и по аммиачной, рассольной и водяной схемам в частности, взаимной увязки элементов холодильной установки между собой и разделения систем непосредственного охлаждения по температурам кипения; возможность взаимной заменяемости работы компрессоров на различные температуры кипения; подключение трубопроводов к аппаратам и охлаждающим устройствам.

Проверяя качество и соответствие выполненных монтажных работ техническим условиям, в первую очередь обращают внимание на то, чтобы монтаж оборудования и трубопроводов холодильных установок был выполнен в полном соответствии с требованиями, изложенными в СНиП III-31—78 «Технологическое оборудование. Основные положения», правилах Госгортехнадзора СССР и Правилах устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок.

При подготовке к производству наладочных работ кроме соблюдения общих для всего оборудования и трубопроводов правил производства монтажных работ проверяют:

правильность монтажа трубопроводов по их технологическому назначению, сопряжение их, подключение к аппаратам и охлаждающим устройствам, отсутствие жидкостных «мешков» на газовых (в особенности всасывающих) трубопроводах и газовых «мешков» на жидкостных, врезку трубок для приборов автоматического регулирования и контроля;

величину уклонов аммиачных трубопроводов (всасывающих 0,3 % в сторону испарительной системы, нагнетательных 0,2 % в сторону конденсаторов);

соответствие ГОСТам фланцев, установленных на аммиачных, хладоновых, рассольных и водяных трубопроводах;

правильность установки запорной арматуры в отношении направления движения среды под клапан (за исключением электромагнитных вентилей, в которых среда подается на кла-

пан); расположения обратных клапанов у насосов, подающих рассол или воду на большую высоту (несколько этажей); окраски трубопроводов;

наличие стрелок на всех магнитных трубопроводах, указывающих направление движения среды; изоляции испарителей, воздухоохладителей, отделителей жидкого аммиака, циркуляционных и дренажных ресиверов в насосных системах охлаждения, холодильных трубопроводов, находящихся в неохлаждаемых помещениях; изолированных оснований под смонтированными открытыми испарителями и воздухоохладителями;

правильность установки обратных клапанов на маслоотделителях, установленных на нагнетательных трубопроводах между компрессором и конденсатором; плотность прилегания ребер к наружной поверхности труб в батареях.

расположение коллекторов двухрядных аммиачных потолочных батарей с верхней подачей аммиака конструкции Гипрохолода; они должны быть расположены выше верхнего ряда труб (на 100—120 мм между осями коллектора и труб батарей) строго горизонтально и иметь внутри устройство для равномерного распределения жидкого аммиака по трубам.

При осмотре смонтированных систем непосредственного охлаждения определяют возможность параллельного питания жидким хладагентом всех охлаждающих устройств (по каждой температуре кипения и камере в отдельности) и ручной или автоматической регулировки питания; расположение уровнедержателей и напородержателей относительно расположения батарей и труб, питающих батареи хладагентом; правильность размещения приборов автоматического регулирования температур в камерах (датчиков температур, соленоидных вентилей, фильтров перед ними), а также приборов защиты компрессоров от гидравлических ударов (реле уровня типа ПРУ-5) и других приборов автоматического контроля и регулирования работы холодильной установки.

Ревизия и холостая обкатка компрессоров входят в комплекс монтажа компрессора, однако при подготовке к генеральному испытанию смонтированной холодильной системы, заполнению ее хладагентом и хладоносителем в состав наладочных работ заказчик может включить повторное проведение ревизии и холостой обкатки компрессоров и компрессорных агрегатов.

Перед ревизией и холостой обкаткой компрессоров должны быть выполнены в соответствии с проектом следующие работы: устройство чистых полов и отделочные работы в помещении машинного отделения с уборкой мусора; электромонтажные и сантехнические работы; монтаж и опробование систем смазки, водяного охлаждения и канализации; установка всех контрольно-измерительных приборов, имеющих паспорт и клеймо проверки текущего года, удостоверяющих их исправность и точность показаний.

При подготовке компрессора к обкатке выполняют следующие работы:

заполняют масляный бак, картер и камеры подшипников смазочным маслом через фильтрующие сетки и марлю до контрольных отметок на маслоуказателях; марку масла выбирают в соответствии с указанием в паспорте (формуляре) завода-изготовителя;

проверяют легкость (свободу) вращения вала (ротора) ручным приводом на 1—2 оборота, а также величину линейных вредных пространств согласно указаниям в паспорте заводов-изготовителей и монтажном формуляре;

снимают клапаны и крышки цилиндров; промывают маслопроводы центральной смазочной системы от пускового масляного насоса путем прокачки масла, минуя подшипники; заполняют маслом от лубрикатора системы смазки цилиндров и сальников; проверяют подачу масла ко всем местам смазки;

производят проверку давления масла в системе центральной смазки (при наличии индивидуального привода масляного насоса); нормального и бесперебойного охлаждения агрегата (с обеспечением необходимых температуры и давления воды); правильного направления вращения ротора коротким включением электродвигателя; срабатывания защитных устройств (вручную), затяжки резьбовых соединений.

При положительных результатах обкатки составляют акт за подписями представителей наладочной организации и заказчика и испытывают компрессор уже под нагрузкой.

Подготовка к пуску и обслуживание воздушного компрессора. Для получения сжатого воздуха при продувке и испытании смонтированных аммиачных систем чаще всего используют двухступенчатый воздушный компрессор ВК-25. При подготовке компрессора к пуску производят его внешний осмотр, проверяя крепление ответственных узлов, компрессора и двигателя к раме, наличие масла в картере и его уровень, который должен совпадать с верхней меткой на стержне масломера, состояние электродвигателя. Открывают вентили на холодильниках I и II ступени и разгрузочный вентиль, сообщающий нагнетательный воздухопровод компрессора с атмосферным воздухом, воздушные краники на водяном трубопроводе холодильника I и II ступеней, пускают воду, открыв вентиль на водопроводном трубопроводе. С помощью ломика проворачивают маховик на 1/2 оборота. Проверяют поступление воды в охлаждающую систему компрессора. После заполнения системы водой закрывают воздушные краники на холодильниках I и II ступеней и продувочные краны у холодильников, постепенно прикрывают разгрузочный вентиль, сообщающий нагнетательный трубопровод с атмосферным воздухом, следя за показаниями манометра.

Во время работы компрессора следят за работой охлаждающей системы, определяя на ощупь температуру вытекаю-

щей воды, уровнем масла в картере компрессора, показаниями манометров на компрессоре, которые должны составлять для I ступени компрессора 0,4 МПа и для II ступени не более 2,5 МПа, а также за чистотой воздушного фильтра и работой механизмов компрессора; через каждые 30—40 мин производят продувку холодильников I и II ступеней. Уровень масла не должен опускаться ниже отметки на указателе; по мере необходимости доливают масло в картер.

При нормальной работе компрессора не должно быть слышно особых шумов и стуков. В случае появления какого-либо ненормального шума, стука или сильного местного нагрева компрессор немедленно останавливают для выявления и устранения неисправности [1].

Перед остановкой компрессора снижают давление воздуха в системе до атмосферного при помощи разгрузочного вентиля, открывают продувочные краны на холодильниках I и II ступеней и спускают воду из системы охлаждения компрессора (если температура воздуха в помещении ниже 4 °С).

Продувка и испытание холодильной установки. После проверки соответствия проекту выполненных монтажных работ, их качества и соответствия техническим условиям, ревизии и обкатки компрессоров всю систему холодильной установки подвергают продувке для очистки аппаратуры, охлаждающих устройств и трубопроводов от грязи и ржавчины, а также испытанию на прочность и плотность сварных и разъемных соединений раздельно по сторонам высокого и низкого давления в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок (приложение 5). Перед продувкой снимают с трубопроводов приборы автоматического регулирования (терморегулирующие и соленоидные вентили, фильтры, диафрагмы), отсоединяют от системы все трубки к приборам автоматики и контрольно-измерительным приборам, извлекают сетки из фильтров, проверяют плотность набивки сальников вентилей.

Всасывающий и нагнетательный манометры выносят за пределы машинного отделения и крепят на специальном щите посредством стальных трубок. Вблизи этого щита должны находиться кнопки «Пуск» и «Стоп» воздушного компрессора и запорный вентиль на нагнетательном трубопроводе воздушного компрессора. На конденсаторе, ресивере и испарителе устанавливают отрегулированные на воздушном компрессоре и опломбированные предохранительные клапаны, которые регулируют на избыточное давление в начале открывания: на нагнетательной стороне — 1,8 МПа (~ 18 кгс/см^2), на всасывающей — 1,2 МПа (~ 12 кгс/см^2).

[1] Основные неисправности воздушного компрессора и способы их устранения см. Гальперин Д. М. «Монтаж и наладка холодильных установок». М., Пищевая пром-сть, 1976.— 403 с.

Продувку системы проводят параллельно с испытанием ее под давлением, что позволяет использовать для продувки сжатый воздух, азот или диоксид углерода после испытания. Продувку аммиачных систем осуществляют сжатым воздухом.

Систему продувают через продувочные вентили, расположенные в нижних частях системы. Вначале с помощью вентилей снижают давление до 0,5—0,6 МПа (~5—6 кгс/см²), а затем сразу открывают краны, и воздух, вытекающий с большой скоростью, выносит загрязнения наружу. Давление в конце продуваемого трубопровода должно быть не менее 0,3 МПа (~3 кгс/см²). Продувку выполняют в направлении от верхней части аппарата (охлаждающего устройства) к нижней.

Разветвленные системы продувают сначала по частям, выключив аппараты из продуваемой части трубопроводов (для предотвращения оседания в них грязи и ржавчины при первичных продувках трубопроводов), а после испытания и устранения неплотностей в частях системы продувают всю систему.

Продувку считают законченной, если на марле (белом картоне, стекле), смоченной маслом и закрепленной против выходного отверстия, не остается загрязнений. На продувку системы составляют акт, подписанный представителями монтажной организации и заказчика.

Рассольную и водяную системы холодильной установки до испытания промывают водой. Систему заполняют водой из водопроводной сети; батареи заполняют водой снизу вверх, чтобы выпустить воздух из воздухоспускных краников или пробок, установленных в верхних частях охлаждающих устройств. После этого включают рассольные насосы и начинают циркуляцию воды, которая выносит загрязнения к фильтрам из стальной сетки с ячейками 1,5 × 1,5 мм, устанавливаемым на всасывающей стороне между фланцами насоса и трубопровода. Для увеличения скорости движения воды, улучшающей условия очистки при промывке, включают поочередно камеры или группы камер. Промывку проводят, пока на фильтрах не перестанут оседать загрязнения и из обратного трубопровода не будет выходить чистая вода. На промывку рассольной (водяной) системы составляют акт по форме, аналогичной форме акта на продувку аммиачной системы.

Аммиачные системы подвергают испытанию сжатым воздухом: на прочность — сторона нагнетания 1,8 МПа (~18 кгс/см²), сторона всасывания 1,2 МПа (~12 кгс/см²); герметичность — сторона нагнетания 1,5 МПа (~15 кгс/см²), сторона всасывания 1 МПа (~10 кгс/см²).

Перед началом испытаний открывают все вентили системы, за исключением запорных вентилей компрессоров. Давление в системе увеличивают постепенно. При достижении 0,4 и 0,6 испытательного давления приступают к осмотру системы для выявления утечек, явившихся следствием некачественной

сварки стыков труб и сборки болтовых соединений, неустановленных прокладок и других причин.

Места утечек воздуха определяют по характерному шипению или свисту и отмечают мелом. Дефекты устраняют при давлении, сниженном до атмосферного. После устранения дефектов давление постепенно повышают до испытательного, при котором испытывают сторону всасывания. После этого отключают всасывающую сторону у регулирующего вентиля и доводят давление на нагнетательной стороне до испытательного. Перед контрольной проверкой системы на герметичность тщательно осматривают соединения трубопроводов и сальников запорной арматуры, а также качество вальцовки труб в трубных решетках кожухотрубных теплообменных аппаратов (при снятых крышках). Эти места покрывают мыльной эмульсией, наносимой мягкой кистью. Неплотности обнаруживают по пузырькам. Мыльную эмульсию готовят из расчета 100 г на 1 л воды, нагретой до 50—60 °С. Хорошее пенообразование создает раствор 10 г сухого лакричного экстракта в 1 л воды при температуре 40—60 °С.

После устранения всех дефектов системы выдерживают под испытательным давлением. Результаты испытания на прочность считают удовлетворительными, если в течение 5 мин не произошло падения давления по манометру. Затем давление постепенно снижают до давления испытания на герметичность. Давление испытания на герметичность должно выдерживаться не менее 12 ч. Давление фиксируют каждый час по манометрам класса точности не ниже 1,5 со шкалой 0—2,5 МПа ($\sim$0—25 кгс/см^2). При воздушном испытании системы добавлять аммиак в воздух не разрешается. При вакуумировании системы ее оставляют под вакуумом в течение 18 ч при давлении 5336 Па. Давление фиксируют через каждый час. В первые 6 ч допускается повышение давления до 50 %. В остальное время вакуум должен оставаться постоянным.

Рассольная система (сторона всасывания и сторона нагнетания) испытывается на герметичность давлением 0,6 МПа ($\sim$6 кгс/см^2). Перед испытанием рассольной системы открывают все задвижки на распределительных коллекторах и на трубопроводах в камерах, отключают сливные и ставят заглушки на переливных трубопроводах. Испытательное давление создают гидравлическим прессом с электрическим приводом. Обнаруженные во время испытания дефекты устраняют после снижения давления и удаления воды. Затем испытания проводят вновь. Система считается выдержавшей испытание, если испытательное давление не снижается в течение 15 мин.

Водяную часть кожухотрубных конденсаторов, а также трубопроводы ледяной воды испытывают в такой же очередности и таким же испытательным давлением. После окончания испытаний воду из системы сливают, а для удаления остатков воды

продувают систему сжатым воздухом под давлением 0,3 МПа ($\sim$ 3 кгс/см^2).

По окончании пневматического и гидравлического испытаний систем составляют и подписывают соответствующие акты, после чего приступают к производству изоляционных работ. После завершения изоляционных работ рабочая комиссия осматривает смонтированное оборудование и коммуникации, а также проверяет выполненные монтажные работы и оформляет акт передачи холодильной установки в производство пусконаладочных работ.

Наполнение системы хладоносителем. Системы холодильных установок наполняют хладоносителем и хладагентом после полного окончания всех строительных и монтажных работ, испытания на холостом ходу компрессоров, насосов, вентиляторов, испытания на прочность и герметичность всех аппаратов, охлаждающих устройств и трубопроводов.

Перед наполнением системы готовят в баках водный раствор солей хлористого натрия или хлористого кальция, перемешивая его путем барботирования воздуха при давлении 0,2—0,3 МПа ($\sim$2—3 кгс/см^2), поступающего от воздушного компрессора, или с помощью циркуляционного рассольного насоса. Концентрацию рассола проверяют ареометром. Для замедления корродирующего действия рассола добавляют на 1 м^3 рассола 30 кг каустической соды и 20 кг двухкромовокислого калия или 160 г гексаметафосфата. Объем рассола, необходимого для заполнения системы, определяют по сумме объемов испарителей, трубопроводов и охлаждающих устройств. Приготовленный и очищенный рассол требуемой концентрации подают с помощью рассольного насоса в систему, из которой по мере наполнения удаляется воздух через воздухоспускные краники. Концентрация рассола должна быть такой, чтобы его температура замерзания была на 8 °С ниже рабочей температуры кипения хладагента.

Наполнение системы аммиаком. Перед наполнением системы аммиаком ее предварительно освобождают от воздуха аммиачным компрессором. Для этого открывают все вентили в системе, кроме тех, которые имеют сообщение с атмосферным воздухом. На нагнетательном трубопроводе компрессора закрывают запорный вентиль и его фланец отсоединяют от фланца компрессора (для выброса отсасываемого воздуха из системы). До начала отсоса воздуха из системы извлекают сетку из корпуса грязевого фильтра, устанавливаемого на всасывающем патрубке компрессора, обматывают ее несколькими слоями редкой ткани, смоченной маслом, и вновь вставляют ее в корпус грязевого фильтра для предотвращения попадания грязи в цилиндры компрессора.

После этого с помощью аммиачного компрессора создают в системе вакуум до устойчивого остаточного давления 13,3 кПа

(~100 мм рт. ст.) с выбросом воздуха наружу через штуцер на нагнетательном коллекторе, открывают все вентили на компрессорах, через которые отсасывают воздух из системы. Перед заполнением системы проверяют сертификат на аммиак, который должен удовлетворять требованиям ГОСТ 6221—81 и содержать влаги не более 0,2 %.

На всасывающем и нагнетательном трубопроводах из фланцевых соединений удаляют заглушки. Нагнетательный, жидкостный и всасывающий вентили на испарителе должны быть открыты; всасывающий вентиль компрессора и жидкостный вентиль конденсатора закрывают; включают в работу рассольный насос и подачу воды на конденсатор. Открывая регулирующие и запорные вентили на наполнительном трубопроводе от регулирующей станции и вентили на аммиачных баллонах, сливают аммиак в испаритель или батареи непосредственного охлаждения до выравнивания давления в испарителе или батареях камеры и баллонах. После этого прокручивают маховик компрессора вручную и кнопкой «Пуск» включают компрессор. Постепенно открывая всасывающий вентиль, отсасывают пары аммиака из испарителя и подают их в конденсатор. В связи с образованием разности давлений остаток аммиака из баллона перетечет в испаритель; об освобождении аммиачного баллона судят по обмерзанию нижней части баллона. Освободившийся от аммиака баллон взвешивают и по разности масс его определяют массу заряженного аммиака. Наполнение системы производят до тех пор, пока в ней не будет содержаться проектное количество аммиака. Все эти операции осуществляют при работающей вытяжной вентиляции.

Обычно вначале наполняют аммиаком аппараты (конденсаторы, испарители, ресиверы), затем заполняют батареи непосредственного охлаждения в камерах и жидкостные трубопроводы. Степень заполнения жидким аммиаком аппаратов определяют визуально — по обмерзанию (отпотеванию) змеевиков охлаждающих устройств, секций (кожухов) испарителей, сигнальных труб (у изолированных аппаратов — отделителей жидкости, промежуточных сосудов). Аппараты и охлаждающие устройства наполняют аммиаком последовательно (по одному аппарату) и постепенно. Небольшие пропуски аммиака, обнаруженные по запаху или с помощью индикаторной бумаги, устраняют немедленно. При больших утечках прекращают наполнение, отсасывают аммиак из негерметичного участка (аппарата, батареи), устраняют неисправности (подтягивают фланцевые соединения, сальники), отсасывают воздух и только после этого продолжают наполнение. В случае обнаружения неполадок в работе компрессора наполнение также приостанавливают для выяснения причин и устранения неполадок. По мере заполнения системы аммиаком для более интенсивного отсасывания, а следовательно, и наполнения системы подклю-

чают постепенно остальные компрессоры, которые одновременно с заполнением работают на охлаждение камер.

Первоначальное заполнение системы жидким аммиаком должно осуществляться на основании расчета суммарного заполнения ее элементов исходя из следующих норм заполнения внутреннего объема оборудования, %:

Испарители	
кожухотрубные и вертикально-трубные	80
змеевиковые и листотрубные (панельные) независимо от наличия отделителей жидкости	50
Батареи холодильных камер	
с верхней подачей аммиака	30
» нижней » »	70
Воздухоохладители	
с верхней подачей аммиака	50
» нижней » »	70
Конденсаторы кожухотрубные с ресиверной частью кожуха (обечайки)	Полный объем ресиверной части обечайки
Конденсаторы других типов	80 % объема сборников жидкого аммиака
Отделители жидкости	—
Ресиверы	
линейные	50
циркуляционные вертикальные и горизонтальные с жидкостными стояками	15
циркуляционные вертикальные и горизонтальные без жидкостных стояков	30
защитные	—
дренажные	—
Переохладители жидкого аммиака	100
Промежуточные сосуды в установках двухступенчатого сжатия	
вертикальные	30
горизонтальные	50
Маслоотделители барботажного типа	30
Трубопроводы жидкого аммиака	100
Морозильные плиточные аппараты непосредственного охлаждения	80
Трубопроводы совмещенного отсоса паров и слива жидкого аммиака	30

Примечание. В процессе эксплуатации аппараты холодильных установок могут содержать аммиак в количестве, превышающем приведенные нормы, но линейные, дренажные, циркуляционные и защитные (горизонтальные) ресиверы не должны заполняться более чем на 80 %, а циркуляционные и защитные вертикальные ресиверы, а также промежуточные сосуды — более чем на 70 %.

Комплексные компрессорные холодильные установки заполняют жидким аммиаком в соответствии с инструкцией завода-изготовителя. Первоначальное заполнение системы аммиаком

оформляют актом с приложением расчета количества необходимого для зарядки аммиака. Превышение приведенных выше норм при расчете количества аммиака, необходимого для заполнения холодильной системы, не допускается.

При пополнении систем руководствуются величиной перегрева всасываемых компрессорами паров аммиака (для безнасосных систем) и количеством жидкого аммиака в линейном ресивере при нормальном заполнении циркуляционного ресивера и охлаждающих устройств (для насосно-циркуляционных систем).

После вакуумирования на тройник нагнетательного вентиля вместо резиновой трубки устанавливают манометр, а на тройник всасывающего вентиля — мановакуумметр. Открывая жидкостной вентиль, создают в испарительной системе давление, равное давлению насыщенных паров при окружающей температуре. При этом давлении проверяют герметичность всех соединений. Система считается проверенной на герметичность, если ни в одном из соединений не обнаружены утечки.

Пробный пуск, регулирование и сдача холодильной установки в эксплуатацию

Пробный пуск и регулирование установок. Для определения готовности холодильной установки к сдаче в эксплуатацию проводят пробный пуск. Пуск аммиачных установок выполняют вручную с переводом их в дальнейшем на автоматический режим. Для пуска комплектуют четыре смены по два человека. В каждой смене должен быть один машинист аммиачных холодильных установок или слесарь-наладчик с удостоверением на право обслуживания аммиачных холодильных установок.

При пробном пуске проводят наладку и проверяют работу компрессоров, аппаратов, устройств охлаждения, запорно-регулирующей арматуры, средств автоматического контроля и управления. Перед пуском установки открывают все вентили на магистральных трубопроводах, за исключением всасывающего на компрессоре и регулирующего на трубопроводе подачи жидкости в испарительную систему. Обеспечивают подачу воды на конденсатор и в охлаждающую рубашку компрессора. Когда электродвигатель наберет нормальное число оборотов, постепенно открывают всасывающий вентиль.

При сухом ходе компрессора (всасывающая сторона цилиндров должна быть сухой без признаков отпотевания) и некотором нагреве нагнетательной стороны компрессора поочередно включают подачу жидкого аммиака в камеры или испарители путем открытия регулирующих вентилей, которое производят

постепенно в пределах от $^1/_8$ до $^1/_4$ оборота шпинделя до достижения в данной испарительной системе требуемого перепада температур (разности температур окружающей среды и кипения хладагента или разности температур окружающей среды и хладоносителя), определяемой проектом.

Возможные неисправности блок-картерного поршневого компрессора в период пробного пуска, причины и способы их устранения приведены в табл. 4.

В процессе наладки холодильных установок добиваются получения оптимальных режимов их работы. При наладке работы холодильных установок в эксплуатационных условиях с загрузкой камер холодильника грузами проверяют правильность размещения грузов в камерах и поддерживают температуру в камерах согласно указаниям в проекте.

Каждая смена ведет суточный журнал работы компрессорного цеха холодильной установки по установленной форме.

К условиям загрузки и выгрузки продуктов по каждой камере, которые фиксируются в журнале, относятся количество загруженных и выгруженных продуктов, время загрузки и выгрузки (дата и час), начальная и конечная температуры продуктов.

В журнале записывают также все отклонения от нормальных условий работы холодильной установки с указанием времени и принятых мер к их устранению.

Указанные параметры и условия загрузки и выгрузки грузов записывают в журнал каждые 4 ч (в течение всего срока наладки работы холодильной установки) с указанием даты и времени занесения каждой записи. Журнал ведут представители заказчика и наладочной организации.

Пусковые работы считаются оконченными после достижения в камерах проектных температур и перевода установки на автоматическое регулирование при наличии признаков нормальной ее работы. При пусковых и наладочных работах в машинном и аппаратном отделениях должны быть все те защитные средства, что и при зарядке аммиаком. Кроме того, должны быть вывешены инструкции по обслуживанию машин и аппаратов, а также схемы аммиачных, рассольных и водяных трубопроводов.

Сдача холодильной установки в эксплуатацию. Холодильную установку сдают в эксплуатацию после окончания пробного пуска ее с загруженными продуктами и достижения проектных показателей в течение одного-двух циклов замораживания продуктов. При сдаче-приемке холодильной установки должны быть оформлены следующие акты приемки оборудования в наладку пусконаладочной организацией от заказчика: выявленных недостатков в проекте; проверки соответствия проекту и техническим условиям выполненных монтажных работ; проверки сопротивления заземления и изоляции электропроводки;

Таблица 4. **Возможные неисправности компрессора (блок-картерного поршневого) в период пробного пуска**

Неисправность	Причина	Способ устранения
Нагрев верхней части цилиндра и крышек, резкое повышение температуры нагнетания и давления всасывания, падение давления нагнетания и холодопроизводительности, уменьшение показаний амперметра	Сломана пластина нагнетательного клапана	Остановить машину, снять верхнюю крышку, разобрать клапан и заменить пластину
Нагрев средней части цилиндра, уменьшение холодопроизводительности, уменьшение показаний амперметра, повышение давления всасывания	Сломана пластина всасывающего клапана	Заменить сломанную пластину
Сильный нагрев средней части цилиндра	Износились поршневые кольца	Сменить поршневые кольца
Утечка масла и хладагента через сальник	Разрушение резиновых прокладок, износ или перекос графитового кольца, поломка пружин или ослабление их	Сменить резиновую прокладку, притереть на плите неподвижное кольцо, сменить пружины
Пониженное давление масла	Засорение масляного фильтра	Промыть фильтр в керосине
	Неплотность в маслопроводе	Проверить маслопровод и устранить неисправности
	Износ вкладышей шатунов	Удалить одну из прокладок и подтянуть вкладыши
	Понижение вязкости масла	Сменить масло
Стук в компрессоре	Попадание в компрессор жидкого хладагента	Закрыть всасывающий вентиль, после прекращения стука осторожно открыть всасывающий вентиль, проверив предварительно отсутствие уровня жидкого аммиака в ОЖ

Продолжение табл. 4

Неисправность	Причина	Способ устранения
	Мал линейный мертвый объем	Уменьшить толщину прокладки под всасывающим клапаном, если это безрезультатно, то снять нагнетательный клапан и углубить проточку на седле
Стук в компрессоре	Стучат приводные шестерни маслонасоса	Если мало межцентровое расстояние шестерен, то отпустить гайки, крепящие маслонасос к блок-картеру, развернуть насос, установив необходимый зазор, снова закрепить гайки и поставить фиксирующие штифты; если велик диаметральный зазор между приводными шестернями, развернуть насос в обратном направлении; если ослаблена гайка, крепящая ведомую шестерню, и шестерня бьет, подтянуть гайку
	Износ вкладышей нижней головки шатуна	Снять прокладку в нижней головке, вкладыш подшабрить, снова затянуть шатунные болты
	Ослабление буферных пружин	Сменить буферные пружины
	Поломка клапанной пластины	Сменить поломанную пластину
Неравномерный нагрев боковых крышек картера	Плохо подогнан шатунный подшипник, на подшипнике появились натяг и наволакивание баббита	Немедленно остановить компрессор, подшабрить и перетянуть подшипник
Повышенный расход масла	Давление в картере выше давления во всасывающей полости	Проверить обратный клапан или трубку, соединяющие картер с полостью всасывания
	Давление в масляной магистрали значительно выше давления в картере	С помощью вентиля для перепуска масла отрегулировать разность между давлением по масляному манометру и давлением в картере в пределах 0,1—0,12 МПа
	Маслосъемные кольца потеряли упругость	Заменить маслосъемные кольца

Продолжение табл. 4

Неисправность	Причина	Способ устранения
	Забиты отверстия в поршне для сброса масла	Снять маслосъемные кольца и прочистить отверстия
Сильная вибрация	Не затянуты фундаментные болты	Затянуть фундаментные болты
	Плохо раскреплены трубопроводы	Подтянуть болты на фланцах и закрепить на специальных кронштейнах трубопроводы
Сильная вибрация	Неудовлетворительная центровка валов компрессора и электродвигателя	Провести тщательную центровку валов
	Плохо отбалансирован коленчатый вал	Вынуть коленчатый вал и произвести его статическую балансировку совместно с противовесом
Пропускание хладагента через сальник	Износ уплотняющих колец, появление рисок на поверхности штока	Сменить кольца или отрегулировать зазор, сменить шток или ликвидировать повреждения на поверхности штока
Повышение промежуточного давления в компрессоре двухступенчатого сжатия	Неисправность всасывающего и нагнетательного клапанов ступени высокого давления (неплотности, трещины пластин и седел, завышенный подъем пластин, клапанов и др.)	Притереть пластины к седлу клапана либо сменить пластины. Проточить опорные поверхности седел, имеющие раковины или повышенный износ. Слабые пружины заменить новыми

продувки (промывки), испытания на прочность и плотность системы холодильной установки и компрессоров; ревизии (при надобности), обкатки компрессоров и остального механического оборудования; вакуумирования систем; наполнение систем хладагентом и хладоносителем; наладки работы холодильной установки на производительность с приложением журнала работы установки в процессе наладки; наладки работы холодильной установки в эксплуатационных условиях с загрузкой камер продуктами с указанием достигнутых проектных показателей: по холодопроизводительности установки, производительности камер замораживания, пропускной способности камер охлаждения, вместимости камер хранения с приложением журнала производства пусконаладочных работ. В шнуровых

книгах на сосуды и аппараты должна быть сделана запись об их освидетельствовании.

Электрическую часть холодильной установки принимают в эксплуатацию в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей и Правил устройства электроустановок.

Приемка в эксплуатацию вновь смонтированной или реконструированной холодильной установки производится комиссией с участием представителей технической инспекции труда профсоюза, строительно-монтажной организации, дирекции предприятия и вышестоящей организации.

Глава 3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Организация технической эксплуатации

Общие положения. В задачу технической эксплуатации холодильной установки входят: ее обслуживание — пуск, остановка и регулирование режима работы [1], 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 подчиня-

---

[1] О регулировании режима работы см. в справочнике «Эксплуатация холодильников» серии «Холодильная техника» (под ред. А. В. Быкова), М., 1977, с. 55—59.

ется 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.

Численность машинистов и слесарей-ремонтников, обслуживающих аммиачные холодильные установки с частичной автоматизацией, независимо от их ведомственного подчинения должна соответствовать «Нормативам численности рабочих холодильных установок»[1]. 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 2).

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.

---

[1] М.: НИИтруда, 1979.

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 автоматики; 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 автоматики (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.

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, шабе-

ров); 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 обнаружились 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.

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 вентилей, 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.

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 характеристик, 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 водо-

меров, температуру воздуха в холодильных камерах. Ежесуточно определяют плотность рассола, коэффициент ($\cos\varphi$), указывают расход электроэнергии и воды.

В этот журнал вносят также сведения о пополнении системы хладагентом, заполнении систем смазки маслом, удалении масла из маслоотделителей и маслосборников, 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 5) 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.

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) и 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.

Оснащение рабочего места машиниста необходимыми средствами связи и сигнализации позволяет своевременно обеспечить потребителей холодом, а также создать необходимую температуру воздуха в охлаждаемых камерах, устранить аварийные режимы работы холодильной установки (увеличение давления нагнетания, уменьшение давления всасывания, прекращение подачи воды в конденсаторы и рубашку цилиндров компрессоров, увеличение температуры паров в нагнетательной магистрали, нарушение системы централизованной смазки компрессора), повысить экономичность и безопасность ее эксплуатации.

Рабочее место машинистов должно содержаться в чистоте и порядке. В течение всего времени работы на нем не должно быть ничего лишнего. На столе располагаются телефон ТА-65

(АТС), оргтехника (перекидной календарь, подставка для карандашей и форматной бумаги, авторучка) и необходимая документация (суточный журнал), в столе — ремонтный журнал «Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок» (М., ВНИКТИхолодпром, 1981), инструкции по обслуживанию холодильных установок, утвержденные администрацией предприятия, инструкции по эксплуатации отдельных видов оборудования.

Допустимый уровень шума на рабочем месте машинистов не должен превышать норм, приведенных в ГОСТ 12.1.003—76 и СНиП II-12—77. Шум на рабочих местах следует измерять в соответствии с ГОСТ 20445—75. В случае, если степень воздействия шума превышает норму, необходимо принимать меры по его снижению.

Инструктаж и обучение правилам безопасных приемов и методов работы. Проводятся для рабочих и инженерно-технических работников на всех предприятиях и в организациях независимо от характера и степени опасности производства, стажа, квалификации и опыта работающих, а также для лиц, прибывших на предприятие для прохождения производственной практики. Общее руководство и ответственность за правильную организацию инструктажа и обучение работающих возлагается на главного инженера предприятия или на лицо, его заменяющее. Ответственность за своевременное и качественное проведение инструктажа и обучения на холодильной установке возлагается на начальника компрессорного цеха и сменных механиков.

Начальник компрессорного цеха на основе правил и типовых инструкций по технике безопасности и производственной санитарии обязан обеспечить разработку производственных инструкций для каждой профессии (работы) с учетом конкретных местных условий и специфики производства. Разработанные инструкции представляются на согласование инженеру по охране труда (технике безопасности) и утверждение главному инженеру предприятия и заводскому комитету профсоюза. Утвержденные инструкции должны быть доведены до каждого машиниста и вывешены на рабочем месте. Начальник компрессорного цеха и сменные механики обязаны осуществлять постоянный контроль за выполнением обслуживающим персоналом инструкций и указаний по безопасным методам и приемам работы и правилам поведения на производстве и не допускать нарушений их.

По характеру и времени проведения инструктаж работающих подразделяют на вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и текущий.

Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда или лицо, на которое возложены обязанности инженера по охране труда. Первичный инструктаж на рабочем месте, повтор-

ный, внеплановый и текущий проводит непосредственный руководитель работ (по холодильной установке — начальник компрессорного цеха).

Вводный инструктаж проводят со всеми принимаемыми на работу независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, а также с командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику. Он должен проводиться в кабинете охраны труда или в специально оборудованном помещении с использованием современных технических средств обучения и пропаганды, а также наглядных пособий (плакатов, натурных экспонатов, макетов, моделей, кинофильмов, диафильмов, диапозитивов). Вводный инструктаж проводят по программе, разработанной с учетом требований стандартов ССБТ, а также всех особенностей производства, утвержденной руководителем или главным инженером предприятия по согласованию с заводским комитетом профсоюза!

При вводном инструктаже каждого работника знакомят с основными положениями действующего законодательства по охране труда, технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности; правилами внутреннего трудового распорядка и поведения на территории предприятия, в производственных и вспомогательных помещениях, а также со значением предупредительных надписей, плакатов, знаков, звуковой и световой сигнализации; правилами техники безопасности на холодильных установках; безопасными условиями работы в цехах; инструкциями по обслуживанию оборудования; общими понятиями о правилах безопасности при эксплуатации электроустановок и подконтрольных Госгортехнадзору СССР объектов; основными требованиями, относящимися к самим работающим, по производственной санитарии и личной гигиене; назначением и порядком пользования диэлектрическими перчатками, очками, респираторами, противогазами и другими индивидуальными средствами защиты; основными причинами несчастных случаев и мероприятиями по их предупреждению; приемами и методами оказания доврачебной помощи при несчастных случаях, поражении электрическим током, отравлениях, удушье и ожогах; порядком сообщения, расследования и оформления несчастных случаев, связанных с производством; порядком уведомления об авариях, несчастных случаях и замеченных нарушениях правил техники безопасности и производственной санитарии, которые могут привести к авариям, травмированию или профзаболеванию работающих; со значением и задачами инструктажа на рабочем месте. О проведении вводного инструктажа и проверке знаний делают запись в журнале регистрации вводного инструктажа (личной карточке инструктажа) с обязательными подписями инструктируемого и инструктирующего.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, а также переведенными с одной работы на другую или с обслуживания одного вида оборудования на другой, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику.

Для лиц, которые не связаны с обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием инструмента, хранением сырья и материалов, первичный инструктаж на рабочем месте не проводят. Список профессий работников, освобожденных от первичного инструктажа на рабочем месте, утверждает руководитель предприятия по согласованию с заводским комитетом профсоюза.

Первичный инструктаж на рабочем месте по правилам техники безопасности и производственной санитарии проводится непосредственно на холодильной установке начальником (механиком) компрессорного цеха. Проводят его по инструкциям по охране труда, разработанным для машинистов с учетом требований стандартов ССБТ и основных вопросов инструктажа на рабочем месте, индивидуально с каждым рабочим в форме беседы и подкрепляют примерами безопасных методов работы, подробным разбором случаев нарушения производственной дисциплины, правил и инструкций по безопасным приемам и методам работы и последствий, которые могли произойти в результате допущения нарушений. Рабочего подробно знакомят с назначением, расположением и устройством оборудования; схемами, инструкциями и правилами по эксплуатации оборудования, предохранительных приспособлений и ограждений; приборами автоматики, устройствами световой и звуковой сигнализации, аварийного освещения и вентиляции; правилами безопасного обращения с электрооборудованием и пользования индивидуальными защитными средствами, поведения в условиях аварийного режима и при авариях.

После окончания первичного инструктажа вновь принятый рабочий, переведенный с одной работы на другую, если он не имеет достаточного опыта и навыков в работе, прикрепляется начальником компрессорного цеха к квалифицированному машинисту для практического обучения безопасным приемам и методам работы. Продолжительность работы для вновь поступившего в качестве стажера устанавливает администрация предприятия в зависимости от сложности и опасности выполняемой работы, но не менее 10 дней. Обучение проводится под контролем начальника компрессорного цеха или механика. К самостоятельной работе машиниста холодильных установок допускают только после того, как специально созданная комиссия проверит его знания и практические навыки безопасного выполнения работ, выставит общую оценку и даст заключение о возможности допуска проверяемого к самостоятельной работе. Допуск к самостоятельной работе фиксируют датой и

подписью инструктирующего в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте (личной карточке инструктажа).

Начальник компрессорного цеха не должен допускать к самостоятельной работе рабочих, не прошедших инструктажа и не имеющих практических навыков безопасного выполнения работ, а также не прошедших соответствующей стажировки, требуемой правилами безопасности.

Повторный инструктаж на рабочем месте проходят все работающие за исключением лиц, указанных выше, независимо от квалификации, образования и стажа работы не реже чем через шесть месяцев. Проводят его с целью проверки и повышения уровня знаний правил и инструкций по охране труда индивидуально или с группой машинистов по программе первичного инструктажа на рабочем месте. Повторный инструктаж рабочих проводится по указанию и под контролем начальника компрессорного цеха. При проверке необходимо убедиться в четком знании и понимании каждым рабочим правил и инструкций по технике безопасности и умении применять навыки, полученные при вводном инструктаже и первичном инструктаже на рабочем месте. Если в результате проверки будут выявлены неудовлетворительные знания рабочим правил и инструкций по технике безопасности, применение неправильных приемов работы, необходимо отстранить его от работы, дать ему все необходимые объяснения и непосредственно на рабочем месте показать, как нужно правильно работать, применяя безопасные методы. Только после того, как в результате проверки убеждаются в усвоении рабочим необходимых знаний или приемов работы, он может быть допущен к дальнейшему выполнению работ.

Внеплановый инструктаж проводят при изменении правил по охране труда, замене или модернизации оборудования, изменении технологического процесса, нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару; при перерывах в работе — для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда, более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ — 60 календарных дней.

Проведение внепланового инструктажа является обязательным по предписанию инспекторов Госгортехнадзора СССР, Госэнергонадзора СССР, технического инспектора труда профсоюза и инженера по охране труда предприятия. Каждый рабочий, с которым произошел несчастный случай, после восстановления трудоспособности и перед тем как приступить к работе должен в обязательном порядке пройти внеплановый инструктаж. Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят те же работники, обязанностью которых является проведение первичного и повторного инструктажа.

Текущий инструктаж проводят с работниками перед производством работ, на которые оформляется наряд-допуск. Проведение текущего инструктажа фиксируют в наряде-допуске на производство работ.

О проведении первичного инструктажа на рабочем месте, повторного и внепланового, лицо, проводившее инструктаж, делает запись в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте (личной карточке инструктажа) с обязательными подписями инструктируемого и инструктирующего. При регистрации внепланового инструктажа указывают причину, вызвавшую его проведение.

Формы журналов регистрации вводного инструктажа, инструктажа на рабочем месте, личной карточки инструктажа, примерная программа вводного инструктажа и перечень основных вопросов инструктажа на рабочем месте приведены в ГОСТ 12.0.004—79. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения.

Записи о проведении инструктажа заносят в журнал по следующей форме: номер по порядку (с начала года); фамилия, имя и отчество инструктируемого; название цеха; назначение работы (профессии), по которой проводится инструктаж; дата и причина проведения инструктажа; подпись получившего инструктаж, подпись проводившего инструктаж. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью предприятия.

Кроме проведения установленного инструктажа, машинистам выдаются письменные инструкции для более глубокого изучения и запоминания их. Большую роль в усвоении правил техники безопасности играют печатные инструкции, плакаты и схемы, вывешенные на рабочих местах.

Повышение рабочими уровня знаний по безопасности труда осуществляют на курсах повышения квалификации и на курсах по безопасности труда. Повышение квалификации рабочих осуществляется в порядке, установленном Госпрофобром СССР, Госкомтрудом СССР и ВЦСПС. Программы повышения квалификации должны содержать темы по охране труда с включением в них сведений о стандартах безопасности труда (ССБТ).

Курсы по технике безопасности организуются, как правило, отделом кадров предприятия по распоряжению главного инженера. Обучение на курсах проводят лекционным методом с демонстрацией наглядных пособий, кинофильмов, плакатов, моделей, диапозитивов, образцов оборудования, инструментов и приспособлений, руководствуясь программой, разработанной в соответствии со специфическими особенностями предприятия и профессиональным составом группы и утвержденной главным инженером предприятия. Главный инженер и инженер по охране труда обязаны оказывать курсам методическую и организационную помощь.

У всех рабочих, окончивших курсы повышения квалификации, проверяют знания по технике безопасности во время сдачи квалификационных экзаменов в порядке, установленном Госпрофобром СССР по согласованию с ВЦСПС. Проверку знаний проводят в индивидуальном порядке путем устного опроса или с применением технических средств обучения и контроля знаний.

Периодичность проведения инструктажа, обучения и проверки знаний, а также продолжительность стажировки машинистов предусмотрены Правилами устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок (приложение 4).

Повышение знаний инженерно-технических работников по безопасности труда осуществляется при повышении квалификации их на специальных курсах (семинарах) по охране труда, в институтах повышения квалификации, на курсах при научно-исследовательских институтах и предприятиях, а также на факультетах и курсах повышения квалификации при высших учебных заведениях.

Программы повышения квалификации инженерно-технических работников разрабатывают и утверждают министерства (ведомства) по согласованию с соответствующими ЦК профсоюза. Программы должны содержать разделы по охране труда, включая требования безопасности, изложенные в стандартах ССБТ.

В случае повышения квалификации на предприятиях создаются действующие экзаменационные комиссии, возглавляемые руководителями или главными инженерами этих предприятий. Перед экзаменами организуются консультации и краткосрочные семинары с целью углубления знаний инженерно-технических работников по наиболее сложным вопросам техники безопасности. В межэкзаменационный период предприятия обеспечивают повышение уровня знаний инженерно-технических работников по технике безопасности. На каждом предприятии должны разрабатываться и утверждаться руководителем календарные планы тематических курсов, семинаров, конференций, совещаний и лекций. По окончании обучения инженерно-технических работников должна быть предусмотрена проверка знаний вопросов охраны труда. Прием экзаменов проводится по графику, утвержденному руководителем предприятия.

Обучение инженерно-технических работников холодильной установки и проверка знаний ими инструкций по безопасной эксплуатации холодильного оборудования должны проводиться ежегодно. Дополнительная или внеочередная проверка знаний правил, норм и инструкций по технике безопасности проводится при вводе в действие новых или переработанных в установленном порядке правил безопасности; при назначении впервые на

работу в качестве лица технического надзора или переводе инженерно-технического работника на другую должность, требующую дополнительных знаний по технике безопасности; по требованию органов Госгортехнадзора СССР, вышестоящих организаций и технических инспекций профсоюза в случаях, когда будет установлено недостаточное знание правил, норм и инструкций по технике безопасности инженерно-техническими работниками.

Результаты экзаменов оформляют протоколами, которые хранятся у инженера по охране труда или в отделе кадров. Лицам, сдавшим экзамен по технике безопасности, выдают удостоверение за подписью председателя и одного из членов комиссии. Лицо, не сдавшее экзамен по технике безопасности, руководителем может быть оставлено в занимаемой должности при условии сдачи экзамена повторно, в срок не позднее трех месяцев.

Для успешной эксплуатации холодильных установок необходимо организовать повышение общеобразовательного уровня и технической квалификации обслуживающего персонала, ознакомление с опытом передовой технической эксплуатации на данном и других холодильных предприятиях.

Ответственность должностных лиц за нарушение законодательства об охране труда. Должностные лица, виновные в нарушении законодательства об охране труда, в невыполнении обязательств по коллективным договорам и соглашениям по охране труда или в воспрепятствовании деятельности профессиональных союзов, несут юридическую ответственность (дисциплинарную, административную, уголовную и материальную) в порядке, установленном законодательством Союза ССР и союзных республик.

Дисциплинарная ответственность наступает в тех случаях, когда по вине должностных лиц из числа руководящих, административно-технических и административно-хозяйственных работников допускаются нарушения правил и норм по охране труда, которые не влекут за собой тяжелые последствия и не могли повлечь их. Привлечение к дисциплинарной ответственности выражается в объявлении виновному лицу дисциплинарного взыскания.

Административная ответственность за нарушение законодательства об охране труда выражается в наложении на виновных должностных лиц денежных штрафов до 50 руб. Правом наложения штрафов пользуются главные технические и технические инспектора труда профсоюзов, органы Гостехнадзора СССР, Госсаннадзора СССР и Госпожнадзора СССР.

Уголовная ответственность за нарушение правил по охране труда наступает тогда, когда эти нарушения могли повлечь или повлекли за собой несчастные случаи с людьми или иные тяжелые последствия. Эту уголовную ответственность могут

нести лишь те виновные должностные лица, на которых в силу их служебного положения или по специальному распределению возложена обязанность по обеспечению безопасных и здоровых условий труда на соответствующих участках работы.

Материальная ответственность виновных должностных лиц за нарушение правил охраны труда возникает, если в результате такого нарушения предприятие будет обязано выплатить определенные денежные суммы потерпевшему от несчастного случая лицу (или получившему профзаболевание) или органам соцстрахования (соцобеспечения). Эти денежные суммы частично или полностью взыскиваются с виновных должностных лиц.

Расследование и учет несчастных случаев. Все несчастные случаи, вызвавшие потерю трудоспособности на один день и более, расследуют и учитывают в соответствии с Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве, утвержденным Президиумом ВЦСПС 13 августа 1982 г. Цель расследования несчастных случаев — установление истинных обстоятельств и причин, вызвавших этот случай, и оформление акта о происшествии. В совокупности с другими доказательствами акт помогает выявить виновных, определить меру наказания и наметить профилактические мероприятия, исключающие повторение несчастного случая.

Расследованию и учету подлежат несчастные случаи, происшедшие на территории предприятия, вне территории предприятия при выполнении пострадавшим трудовых обязанностей, задания администрации предприятия, руководителя работ (бригадира, мастера, начальника смены, участка), а также при следовании на предоставленном предприятием транспорте на работу или с работы. Расследованию и учету подлежат несчастные случаи, происшедшие как в течение рабочего времени (включая установленные перерывы), так и в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства и одежды перед началом или по окончании работы, а также при выполнении работ в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни.

Расследованию и учету подлежат также происшедшие на производстве острые отравления, тепловые удары, поражения молнией, обморожения. Случаи профессиональных хронических отравлений и профессиональных заболеваний расследуются в порядке, установленном Министерством здравоохранения СССР.

Несчастный случай на производстве, вызвавший потерю у работника трудоспособности не менее одного дня или несчастный случай, вызвавший необходимость перевода его с работы по основной профессии на другую, оформляется актом по форме Н-1. Рабочие дни, на которые переведен работник на другую работу в связи с несчастным случаем, указываются

в пункте 17.1 акта формы Н-1 и в отчет по травматизму не вносятся. Администрация предприятия обязана выдать копию акта формы Н-1 о несчастном случае пострадавшему или другому заинтересованному лицу не позднее трех дней с момента окончания по нему расследования. Акт формы Н-1 с материалами расследования подлежит хранению в течение 45 лет на предприятии, где взят на учет несчастный случай.

Несчастный случай может быть признан не связанным с производством, если в результате расследования установлено, что он произошел при изготовлении пострадавшим в личных целях без разрешения администрации каких-либо предметов или самовольном использовании в личных целях транспортных средств, механизмов, оборудования, инструмента, принадлежащих предприятию; при спортивных играх на территории предприятия; при хищении материалов, инструментов и других предметов и материальных ценностей; в результате опьянения, если оно явилось следствием употребления работником алкоголя или применяемых в производственных процессах технических спиртов, ароматических наркотических и других подобных веществ.

Если в результате расследования установлено, что хотя травма и связана с опьянением, но основной технической или организационной причиной ее явилось нарушение правил и норм охраны труда (неудовлетворительное состояние оборудования, проходов, освещения, необученность пострадавшего, неправильная организация или отсутствие надзора за производством работ), то несчастный случай должен быть признан связанным с производством.

Администрация предприятия, придя к выводу об отсутствии связи несчастного случая с производством, обязана вынести этот вопрос на рассмотрение профсоюзного комитета. При согласии профсоюзного комитета с выводом администрации на акте формы Н-1 (в правом верхнем углу) делается запись: «Несчастный случай не связан с производством. Постановление профсоюзного комитета от ——— , протокол ——— ». Эта запись удостоверяется печатью.

Несчастный случай, не связанный с производством, учитывается отдельной строкой в формах отчетности по травматизму, утвержденных ЦСУ СССР. При несогласии профсоюзного комитета с выводом администрации предприятия указанная запись не делается, несчастный случай считается связанным с производством.

Ответственность за правильное и своевременное расследование и учет несчастных случаев, оформление актов формы Н-1, выполнение мероприятий, указанных в актах, несут руководитель предприятия, руководители структурных подразделений и производственных участков предприятия.

Контроль за правильным и своевременным расследованием

и учетом несчастных случаев на предприятии, а также за выполнением мероприятий по устранению причин, вызвавших несчастный случай, осуществляют вышестоящие хозяйственные органы, министерства, ведомства, профсоюзный комитет предприятия, общественные инспектора по охране труда, техническая инспекция труда, советы и комитеты профсоюзов, органы Госгортехнадзора СССР, Главгосэнергонадзора и другие органы государственного надзора на подконтрольных им предприятиях.

В случае отказа администрации в составлении акта по форме Н-1, а также при несогласии пострадавшего или другого заинтересованного лица с содержанием акта или квалификацией несчастного случая пострадавший или другое заинтересованное лицо вправе обратиться по этим вопросам в профсоюзный комитет предприятия.

Профсоюзный комитет предприятия в срок не более 7 дней должен рассмотреть заявление пострадавшего или другого заинтересованного лица и принять решение, являющееся обязательным для исполнения администрацией. При необходимости профсоюзный комитет запрашивает заключение технического инспектора труда. Заключение технического (главного технического) инспектора труда о связи несчастного случая с производством является обязательным для администрации предприятия и профсоюзного комитета. Разногласие между технической инспекцией труда и ЦК и советом профсоюзов о связи несчастного случая с производством и его учете разрешает отдел охраны труда ВЦСПС.

Специальному расследованию подлежат:

групповой несчастный случай, происшедший одновременно с двумя и более работниками, независимо от тяжести травм пострадавших;

несчастный случай с тяжелым исходом (тяжесть травмы определяется по характеру повреждений согласно схеме, утвержденной Министерством здравоохранения СССР 22 сентября 1980 г); заключение о тяжести травмы выдается лечебным учреждением, в котором производится лечение пострадавшего, по запросу администрации предприятия;

несчастный случай со смертельным исходом.

О групповом несчастном случае, несчастном случае с тяжелым исходом, несчастном случае со смертельным исходом руководитель предприятия обязан немедленно сообщить руководителю вышестоящего хозяйственного органа, техническому инспектору труда, областному (городскому, краевому, республиканскому) комитету профсоюза, совету профсоюза, в прокуратуру по месту, где произошел несчастный случай; местным органам Госгортехнадзора СССР, Главгосэнергонадзора, если указанные несчастные случаи произошли на объектах, подконтрольным этим органам.

О несчастном случае со смертельным исходом руководитель предприятия направляет сообщение также министерству, ведомству, ЦК профсоюза, а в республиках с областным делением — республиканскому совету профсоюза.

Специальное расследование производится комиссией в составе технического (главного технического) инспектора труда ЦК или совета профсоюзов, представителя вышестоящей организации, руководителя (заместителя руководителя) предприятия, представителя профсоюзного комитета предприятия.

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 хладагента; 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 переохладителя 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 вентилей и крышек всасывающих клапанов; температура трущихся деталей не превышает 65—70 °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 135—145 °С); давление масла

в картере поршневого компрессора превышает давление всасывания на 50—200 кПа (~0,5—2 кгс/см^2); 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 $^2/_3$ и $^1/_2$ высоты смотрового стекла; давление масла, подаваемого масляным на-

сосом в систему смазки, соответствует рекомендации завода-изготовителя: превышает давление в картере у поршневых компрессоров на 50—200 кПа (0,5—2 кгс/см^2); температура масла в картере поршневого компрессора ниже 50 °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^2) 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.

Эксплуатация вертикального и V-образного поршневых компрессоров одноступенчатого сжатия

Пуск. Пуск поршневых компрессоров средней и крупной производительности проводят с помощью разгрузочных устройств, уменьшающих необходимый пусковой момент электродвигателя.

При ручном управлении пуск вертикальных и V-образных компрессоров одноступенчатого сжатия осуществляют при за-

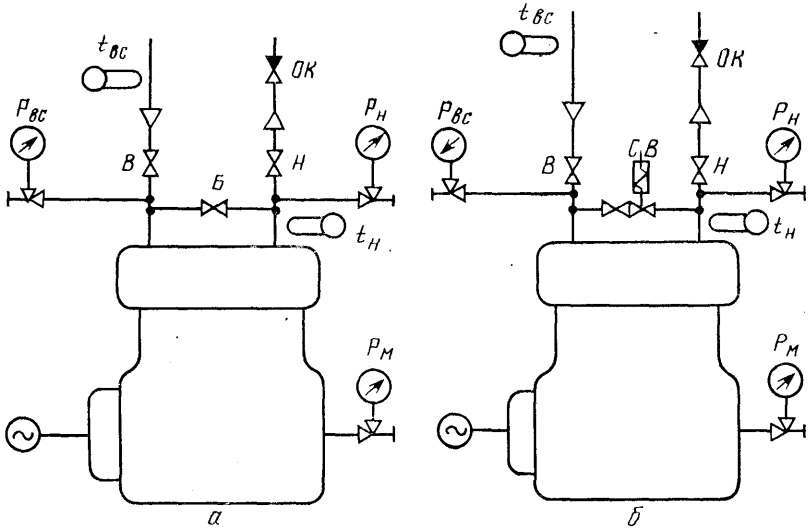


Рис. 22. Компрессор с ручным байпасом (*а*) и соленоидным вентилем (*б*) в качестве автоматического разгрузочного устройства (байпаса):
ОК — обратный клапан; *Б* — байпас; *В* — всасывающий вентиль; *Н* — нагнетательный вентиль; $P_{вс}$ — давление всасывания; $t_{вс}$ — температура всасывания; $P_н$ — давление нагнетания; $t_н$ — температура нагнетания; $P_м$ — давление масла (в системе смазки)

крытых нагнетательном *Н* и всасывающем *В* вентилях (рис. 22, *а*).

Для уменьшения необходимого пускового момента электродвигателя полностью открывают перепускной вентиль на байпасе, соединяющий всасывающий и нагнетательный коллекторы. После этого включают электродвигатель компрессора, наблюдая за показаниями манометра и амперметра. Как только вал компрессора достигнет номинальной частоты вращения, полностью открывают нагнетательный вентиль и одновременно быстро закрывают на байпасе перепускной вентиль. Только после этого постепенно открывают всасывающий вентиль компрессора. Во время пуска контролируют показания манометров на нагнетательном трубопроводе компрессора и на масляном насосе. При превышении допустимых значений силы

тока и давления на нагнетательной стороне, при недостаточном давлении в масляной системе, а также в случае появления стуков компрессор немедленно останавливают.

При пуске с помощью термометра, установленного на всасывающей стороне компрессора, контролируют температуру пара, входящего в компрессор, и с помощью термометра на нагнетательной стороне следят за температурой выходящего из него пара. Через небольшой промежуток времени после полного открытия всасывающего вентиля компрессора при продолжающемся повышении температуры нагнетаемого пара начинают открывать регулирующие вентили соответствующих охлаждаемых объектов. Вначале регулирующие вентили открывают на минимально возможную величину их проходного сечения. Для этого маховик вентиля постепенно поворачивают на небольшой угол, момент начала открытия вентиля замечают по начинающемуся обмерзанию корпуса вентиля и жидкостной трубы после вентиля. В пусковой период работы компрессора необходимо убедиться в отсутствии посторонних стуков в механизме движения, повышенного нагрева крышек цилиндров, утечки масла через сальниковое уплотнение. Время пуска холодильной установки и все показания контрольно-измерительных приборов записывают в суточный журнал работы компрессорного цеха.

При автоматическом управлении в качестве устройства для облегчения пуска компрессора применяют соленоидный вентиль *СВ,* устанавливаемый на байпасном трубопроводе и обратный клапан *ОК* на нагнетательном трубопроводе (рис. 22, *б*). Всасывающий и нагнетательный вентили в процессе работы и остановки остаются открытыми. При пуске соленоидный вентиль открывается и автоматически закрывается после достижения валом компрессора номинальной частоты вращения.

Обслуживание компрессора. При обслуживании компрессора обеспечивают поддержание оптимального режима его работы, нормальные условия работы системы смазки и движущихся частей, технический уход за компрессором.

В случае обнаружения отклонений параметров от оптимальных значений устанавливают причины этих отклонений и принимают меры по их устранению.

При нормальной работе компрессора инеем должны быть покрыты только всасывающий запорный вентиль и всасывающий коллектор; температура сальника не должна превышать 60 °С; в течение минуты из сальника должно вытекать не более одной-двух капель смазочного масла; температура воды, выходящей из рубашек цилиндра, не должна превышать 35—40 °С.

Для пополнения картера смазочным маслом во время работы компрессора подсоединяют один конец резинового шланга к угловому масляному вентилю, а другой опускают в ведро

с маслом. Затем прекращают подачу жидкого аммиака в испарительную систему, закрывают всасывающий запорный вентиль у компрессора и отсасывают пары аммиака из картера до получения в нем достаточного разрежения. После этого открывают угловой масляный вентиль, и когда уровень масла в картере достигает контрольной черты на смотровом стекле, его закрывают, затем открывают всасывающий запорный вентиль у компрессора и подают жидкий аммиак в испарительную систему. Если на линии между картером и всасывающим коллектором есть вентиль, его закрывают.

Останов компрессора. Останавливают компрессор в такой последовательности. Закрывают регулирующий и всасывающий вентили, отсасывают хладагент из картера, понижая в нем давление до атмосферного (по манометру), выключают электродвигатель, закрывают нагнетательный запорный вентиль компрессора, прекращают подачу воды в его охлаждающую рубашку и, если не работают другие компрессоры, прекращают также подачу воды на конденсатор и переохладитель. При рассольном охлаждении останавливают мешалку испарителя. Рассольный насос некоторое время оставляют работать, чтобы использовать холод, аккумулированный в рассоле. При приближении температуры рассола к температуре воздуха в камерах или воды в льдогенераторах насос выключают.

Время остановки компрессора записывают в суточный журнал работы компрессорного цеха. После остановки проводят наружный осмотр сальников во избежание утечек масла и хладагента, проверяют нагрев масла и надежность затяжки болтов и гаек. Замеченные неисправности устраняют и приводят компрессор в готовность для следующего пуска.

Эксплуатация холодильной установки двухступенчатого сжатия с раздельными поршневыми компрессорами

Подготовка к пуску и пуск установки. Подготовку и пуск холодильной установки двухступенчатого сжатия, состоящей из самостоятельных компрессоров на каждой ступени, проводят так же, как и установки одноступенчатого сжатия. Перед включением в работу компрессоров запорные вентили на нагнетательных, жидкостных и паровых трубопроводах должны быть открыты. Запорные нагнетательные и всасывающие вентили на цилиндре низкого давления и на цилиндре высокого давления, а также регулирующие вентили должны быть закрыты. Перед пуском горизонтального компрессора на цилиндре I ступени и цилиндре II ступени должны быть открыты нагнетательные вентили. Открытыми должны быть также нагнетательные вентили у тех вертикальных компрессоров, при пуске которых надо отжимать всасывающие клапаны. Первым включают

в работу компрессор II ступени. После понижения в промежуточном сосуде избыточного давления до 0,15 МПа (~1,5 кгс/см^2), что примерно соответствует температуре насыщения аммиака —10 °С, включают компрессор I ступени. При наличии в системе двухступенчатого агрегата бустер-компрессора (поджимающий компрессор), рассчитанного на ограниченную нагрузку, необходимо следить, чтобы режим его работы строго соответствовал требованиям завода-изготовителя. При пуске компрессоров нагнетательные и всасывающие вентили должны быть закрыты, а линия для прохода жидкого аммиака через змеевик промежуточного сосуда открыта.

Пуск холодильной установки двухступенчатого сжатия производят в такой последовательности: включают устройство, облегчающее пуск электродвигателя (открывают байпас), затем электродвигатель компрессора. Через несколько минут работы вхолостую, что необходимо для разогрева масла в картере, открывают нагнетательный вентиль цилиндров II ступени компрессора и закрывают байпас II ступени. Медленно открывают всасывающий вентиль цилиндров II ступени и отсасывают пар из промежуточного сосуда. Избыточное давление в промежуточном сосуде понижают до величины, указанной в инструкции, — обычно не более 0,2 МПа (~2 кгс/см^2). Открывают нагнетательный вентиль цилиндров I ступени. Медленно открывают всасывающий вентиль цилиндров I ступени. Время пуска компрессора записывают в суточный журнал работы компрессорного цеха.

Обслуживание установки. При работе компрессора температура нагнетаемых паров у выхода из цилиндров II ступени не должна превышать 110 °С. Температура всасываемых паров у цилиндра I ступени должна быть на 5—10 °С выше температуры кипения, а при наличии на всасывающей стороне теплообменных аппаратов при большой длине всасывающего трубопровода — примерно на 15 °С. Давление в промежуточном сосуде зависит от температуры кипения, конденсации и переохлаждения. При большом снижении температуры перегрева у цилиндров II ступени надо перекрыть подачу жидкого аммиака в промежуточный сосуд, испарительную систему и прикрыть всасывающие запорные вентили цилиндров I и II ступеней до восстановления нормального режима работы компрессора. Если компрессор работает нормально, всасывающий запорный вентиль и крышки всасывающих клапанов цилиндра низкого давления покрыты инеем. При работе компрессора на более низких температурах кипения инеем покрываются всасывающие вентили обоих цилиндров и крышки всасывающих клапанов, причем у цилиндра высокого давления слой инея несколько тоньше.

Останов компрессора. При остановке компрессора прекращают подачу жидкого аммиака в промежуточный сосуд и испа-

рительную систему путем закрытия регулирующих вентилей и отсасывают пары аммиака из работающих аппаратов. Вначале останавливают компрессор I ступени, а затем II ступени. После отсоса паров из аппаратов закрывают всасывающий вентиль компрессора I ступени, отсасывают хладагент из его картера до атмосферного давления и включают электродвигатель. Когда вал прекратит вращаться, закрывают нагнетательный запорный вентиль компрессора I ступени и прекращают подачу воды в его охлаждающую рубашку. В таком же порядке останавливают и компрессор II ступени. Время остановки машин записывают в суточный журнал работы компрессорного цеха.

Эксплуатация холодильной установки с поршневым компрессором двухступенчатого сжатия

В компрессоре двухступенчатого сжатия типа ДАУ обе ступени расположены в одной отливке блок-картера, объединяющей блок цилиндров и картер. При этом три цилиндра I ступени имеют общую полость всасывания и нагнетания. Цилиндр II ступени изолирован от полостей всасывания и нагнетания промежуточной стенкой и имеет свои всасывающий и нагнетательный патрубки. Подготовка к пуску холодильной машины аналогична подготовке к пуску агрегата двухступенчатого сжатия с двумя раздельными компрессорами.

Компрессор двухступенчатого сжатия запускают в такой последовательности. Проверяют открытие вентиля, соединяющего картер со всасывающей полостью I ступени; открывают линейные запорные вентили на нагнетательных и всасывающих трубопроводах обеих ступеней; открывают подачу воды в охлаждающую рубашку компрессора; открывают вентили байпасов на обеих ступенях; открывают нагнетательные вентили вначале цилиндра II ступени, а затем цилиндра I ступени, одновременно постепенно прикрывая соответствующие байпасы (открытие нагнетательных вентилей должно опережать закрытие байпасов); открывают запорный всасывающий вентиль цилиндра II ступени, наблюдая за температурой всасывания (в случае резкого понижения температуры всасывания быстро закрывают всасывающий вентиль). При достижении давления всасывания в цилиндре II ступени, равного 0,15—0,2 МПа ($\sim$1,5—2 кгс/см^2), постепенно открывают запорный всасывающий вентиль цилиндра I ступени; при этом следят, чтобы давление всасывания II ступени не повышалось более 0,4—0,5 МПа ($\sim$4—5 кгс/см^2). В случае резкого понижения температуры всасывания быстро закрывают, а затем медленно открывают всасывающий вентиль низкого давления.

Если в компрессоре появился стук, что указывает на попадание жидкого хладагента в цилиндры, быстро закрывают

всасывающие вентили и затем медленно их открывают. Время пуска записывают в журнал.

Остановка компрессора двухступенчатого сжатия проводится в такой последовательности. Закрывают вначале всасывающий вентиль I, а затем II ступеней. При этом отсасывают хладагент из картера, понизив в нем давление до атмосферного (по манометру). Выключают электродвигатель и после прекращения вращения его вала быстро закрывают нагнетательные вентили обеих ступеней и закрывают подачу воды в охлаждающую рубашку компрессора.

После остановки компрессор осматривают и замеченные неисправности немедленно устраняют. Время остановки записывают в журнал.

Регулирование подачи аммиака в испарительную систему

Правильное регулирование расхода хладагента, поступающего в испарительную систему, обеспечивает нормальный температурный режим, экономичность и безопасность работы холодильной установки.

При неизменной тепловой нагрузке расход жидкого хладагента, подаваемого в испарительную систему, должен быть постоянным. Увеличение подачи хладагента в систему при тех же условиях приводит к повышению давления и температуры кипения, увеличению уровня хладагента в аппарате, компрессор начинает работать влажным ходом и может произойти гидравлический удар. Недостаточная подача жидкого хладагента в испарительную систему при постоянной тепловой нагрузке приводит к уменьшению давления и температуры кипения, и в компрессор засасываются перегретые пары, т. е. возрастает перегрев на всасывании. Повышение перегрева всасываемого пара в этом случае приводит к возрастанию температуры нагнетания, а следовательно, к опасному режиму работы компрессора.

Снижение тепловой нагрузки при постоянной (по массе) подаче хладагента приводит к возникновению возможности влажного хода из-за уменьшения количества выкипающего хладагента и переполнения испарителя, резкое повышение нагрузки — к возможности влажного хода вследствие бурного вскипания хладагента. Особенно опасным является внезапное повышение тепловой нагрузки. В неавтоматизированных холодильных установках, не имеющих защитных ресиверов, перед подключением к работающему компрессору дополнительной тепловой нагрузки (например, холодильной камеры после оттаивания или ремонта) прикрывают подачу жидкости в испарительную систему, закрывают всасывающий вентиль компрессора и постепенно открывают его только после подключения дополнительной нагрузки. Для предотвращения возможности влажного хода при резком повышении тепловой нагрузки администрация предприятия устанавливает порядок извещения дежурных машинистов

холодильной установки о времени загрузки продукции в камеры холодильной обработки и хранения.

Подача хладагента в испарительную систему холодильной установки может осуществляться ручным регулирующим вентилем при ручном режиме работы или автоматическими приборами в автоматизированных установках.

При ручном регулировании подачи жидкого хладагента необходимо постоянно контролировать перегрев пара на всасывающей стороне компрессора, давление и температуру кипения в испарителе и температуру нагнетания. При уменьшении перегрева на всасывании и температуры нагнетания регулирующий вентиль прикрывают, при увеличении перегрева на всасывании и температуры нагнетания (если она не вызвана другими причинами) регулирующий вентиль приоткрывают.

При регулировании следует руководствоваться температурой всасываемых паров хладагента. Превышение нормальной температуры всасывания свидетельствует о недостаточном открытии регулирующего вентиля. В этом случае не вся поверхность испарителя включится в работу, температура кипения понизится, уменьшится холодопроизводительность компрессора и увеличится расход электроэнергии на единицу холода. При большом открытии регулирующего вентиля испарительная система переполняется холодильным агентом и часть жидкости попадает во всасывающий трубопровод, компрессор начинает работать влажным ходом, что может привести к гидравлическому удару.

Изменение величины перегрева пара, всасываемого в компрессор, происходит не сразу после изменения степени открытия регулирующего вентиля, поэтому открытие и закрытие регулирующего вентиля при нормальной работе производят постепенно, изменяя положение маховика вентиля на $^1/_8$—$^1/_4$ оборота с выдержкой по времени 15—20 мин. При признаках недостаточной подачи жидкого хладагента неоднократное открытие регулирующего вентиля в течение нескольких минут может привести к внезапному влажному ходу.

Признаками влажного хода являются уменьшение или отсутствие перегрева на всасывании и быстрое снижение температуры нагнетаемых компрессором паров; увеличение степени обмерзания стенок всасывающих полостей компрессора. Влажный ход обычно сопровождается: в поршневом компрессоре — приглушенным стуком пластин клапанов и снижением давления в системе смазки; в винтовом — изменением характера шума работы и падением давления в системе смазки; в ротационном многолопаточном — изменением характера шума работы и повышением уровня масла в маслоотделителе.

При появлении признаков влажного хода немедленно останавливают компрессор, закрывают всасывающий и нагнетательный вентили, регулирующий вентиль и приступают к устране-

нию причины влажного хода. Остановленный из-за влажного хода компрессор отсасывают другим компрессором, при этом во избежание замерзания воды из охлаждаемой рубашки отсасываемого компрессора предварительно сливают воду. Перед последующим пуском компрессора освобождают его всасывающий трубопровод от возможного скопления жидкого хладагента.

Для регулирования большое значение имеет установка регуляторов уровня и дистанционных указателей жидкого хладагента. Применение регуляторов уровня позволяет автоматически подавать в испаритель такое количество жидкого хладагента, которое успевает за это же время в нем испариться под воздействием тепловой нагрузки. Дистанционный указатель уровня сигнализирует обслуживающему персоналу об излишнем заполнении испарителя (или другого аппарата) или недостатке в нем жидкого хладагента.

При безнасосной системе ручное регулирование подачи хладагента в испаритель в значительной степени осложняется отсутствием в ряде случаев возможного контроля действительного заполнения каждой из параллельно подключенных испарительных систем. Переполнение даже одного из параллельно включенных испарителей приводит к влажному ходу компрессоров, обеспечивающих данную температуру кипения, несмотря на то что остальные испарительные системы могут быть заполнены недостаточно. Поэтому ручное регулирование подачи жидкого хладагента в многообъектные испарительные безнасосные системы довольно сложно и требует высокой квалификации обслуживающего персонала. Отсутствие измерительных приборов, показывающих нагрев пара в каждом из параллельно включенных охлаждающих устройств, осложняет процесс регулирования подачи и вынуждает ориентироваться по степени обмерзания трубопроводов, запорных вентилей и коллекторов. Применение дифференциальных логометров для контроля за перегревом на всасывании из каждого испарителя позволяет упростить и улучшить процесс регулирования подачи.

В холодильных установках с насосной системой непосредственного охлаждения перегрев пара на всасывании не зависит от подачи хладагента в циркуляционный ресивер, а определяется длиной всасывающего трубопровода, качеством его изоляции и в некоторой степени нагрузкой на испарительную систему. Однако недостаточная подача хладагента приводит к снижению уровня в циркуляционном ресивере и срыву работы циркуляционного насоса. Переполнение циркуляционного ресивера может вызвать влажный ход компрессора. Поэтому основным показателем правильности открытия регулирующего вентиля в насосной системе является требуемый уровень жидкого хладагента в циркуляционном ресивере.

Автоматическое регулирование подачи жидкого хладагента в испарительную систему и автоматическая защита холодиль-

ных установок облегчают эксплуатацию, но не освобождают машиниста от постоянного контроля за параметрами работы холодильной установки, так как отказ или неисправность прибора автоматики могут привести к аварийному или опасному режиму.

Особенности регулирования работы холодильной установки с компрессорами двухступенчатого сжатия

При эксплуатации холодильной установки с компрессорами двухступенчатого сжатия необходимо не допустить чрезмерного повышения давления в промежуточном сосуде. Это давление зависит от температурного режима работы установки, определяемого давлениями кипения и конденсации; действительных объемов пара, проходящих через I и II ступени компрессора; количества жидкого хладагента, впрыскиваемого в промежуточный сосуд и подаваемого в его змеевик.

Надежная эксплуатация холодильной установки обеспечивается при работе обеих ступеней сухим ходом. Основными причинами ухудшения работы той или иной ступени является уменьшение производительности компрессора вследствие поломки клапанов и значительного износа колец, выхода из строя системы автоматического ступенчатого регулирования производительности компрессора, пропусков в байпасах или предохранительных клапанах.

Регулирование работы холодильной установки сводится к следующему. До тех пор пока на нагнетательной стороне II ступени температура не достигнет 60 °С, регулирующие вентили оставляют закрытыми. Хладагент подают в испарительную систему в таком количестве, чтобы температура всасывания I ступени была на 5—10 °С выше температуры кипения. В случае появления влажного хода всасывающий вентиль I ступени и регулирующие вентили на испарительную систему и промежуточный сосуд прикрывают.

Подачу жидкого хладагента в промежуточный сосуд регулируют так, чтобы поршень II ступени работал сухим ходом и температура всасывания II ступени была бы на 5 °С выше температуры в промежуточном сосуде. Температура нагнетания паров хладагента II ступени не должна превышать для аммиака 110 °С. При влажном ходе поршня II ступени прикрывают вентили обеих ступеней и прекращают подачу жидкого хладагента в промежуточный сосуд и испарительную систему. Уровень жидкого хладагента в промежуточном сосуде должен быть несколько выше верхней отметки змеевика, а для уменьшения перегрева паров, нагнетаемых I ступенью, входной патрубок нагнетательного трубопровода в промежуточном сосуде должен быть затоплен.

В промежуточном сосуде величину давления контролируют по установленному на нем манометру. Повышенное давление в нем свидетельствует об ухудшении работы II ступени (пропуски в клапанах или поршневых кольцах), заниженное — об ухудшении работы I ступени. В обоих случаях необходимы ревизия и ремонт компрессоров. Повышение температуры конденсации приводит к увеличению промежуточного давления и уменьшению производительности II ступени. С понижением температуры кипения промежуточное давление и производительность I ступени уменьшаются, а с повышением — увеличиваются. Если надо уменьшить нагрузку на II ступень, прикрывая при влажном ходе его всасывающий вентиль, необходимо во избежание перегрузки промежуточного сосуда уменьшить нагрузку и на I ступень, прикрыв всасывающий вентиль компрессора I ступени. Необходимо также периодически выпускать из промежуточного сосуда масло, поступающее в него вместе с парами хладагента, нагнетаемыми I ступенью.

Особенности эксплуатации ротационных компрессоров

Ротационные компрессоры применяются в качестве I ступени в двух- и трехступенчатых холодильных установках при температурах кипения от —25 до —70 °С. Разность давлений нагнетания и всасывания в них не превышает 0,28 МПа ($\sim$2,8 кгс/см^2).

Порядок обслуживания ротационных компрессоров в основном такой же, как и поршневого. Отличие заключается в недопустимости повышения давления во внутренней полости при остановке, так как может произойти заклинивание рабочих пластин в гнездах ротора. В случае заклинивания пластин при пуске компрессора может произойти разрушение их или могут образоваться трещины в крышках. Во избежание заклинивания пластин у неработающего компрессора необходимо поддержать низкое давление в его цилиндре (близкое к атмосферному) и проводить периодические запуски компрессора на 1—2 ч в сутки. В случае длительной стоянки компрессора пластины следует вынимать и хранить в сухом месте в герметичной таре. Пластины должны свободно входить в паз и несколько утопать в роторе по длине.

При эксплуатации ротационных бустер-компрессоров основное внимание уделяют состоянию рабочих пластин из асботекстолита, так как мелкие поры ткани могут заполняться аммиаком или водой, что приводит к набуханию пластин и увеличению их геометрических размеров. Вследствие увеличения размеров может произойти заклинивание пластин между крышками цилиндра или в пазах ротора. Степень набухания и увеличения размеров пластин зависит от давления аммиака и тем-

пературы: чем выше давление и ниже температура, тем больше степень набухания. При профилактическом осмотре необходимо проверять толщину пластин, а также радиальные и осевые зазоры, которые должны находиться в допустимых пределах.

Если при пуске ротационного компрессора с циркуляционной смазкой появились стуки в нижней части цилиндра вследствие скопления в ней масла, надо открыть всасывающий вентиль компрессора для удаления вместе с паром аммиака излишка масла. Попадание в цилиндр ротационного компрессора (в отличие от поршневых) некоторого количества жидкого аммиака не приводит к аварийной ситуации, однако под его воздействием асботекстолит становится хрупким и на пластинах могут появиться отслоения. Нарушаются также условия смазки, что вызывает преждевременный износ. При попадании из испарительной системы аммиака в ротационный компрессор повышается его уровень в промежуточном сосуде, что может привести к гидравлическому удару в ступени высокого давления.

Особенности эксплуатации винтовых компрессоров

Особенностью конструкции винтовых компрессоров является наличие специальных устройств для плавного регулирования их производительности. Разгрузка компрессора при пуске осуществляется переводом регулятора в положение минимальной производительности. Перед пуском электродвигателя должен быть включен насос системы смазки компрессора, а при наличии гидравлического регулятора производительности — насос системы регулирования производительности. Температура смазочного масла поддерживается в соответствии с инструкцией путем циркуляции охлаждающей воды через масляные охладители или включением электрических грелок.

Винтовой компрессор включают в работу с открытым нагнетательным и закрытым всасывающим вентилями. Разгрузку компрессора осуществляют с помощью регулятора, который перед пуском переводят в положение минимальной производительности (10 %). В конструкциях винтовых компрессоров многих марок предусмотрен концевой выключатель, применение которого исключает возможность пуска электродвигателя, если регулятор не находится в положении минимальной производительности. Если давление в испарительной системе находится в пределах, допустимых по техническим условиям для компрессора, при ручном пуске всасывающий вентиль может быть открыт до пуска электродвигателя. При отепленной испарительной системе и высоком давлении паров хладагента в ней пуск компрессора осуществляют с закрытым всасывающим вентилем.

После включения электродвигателя контролируют показания манометров, установленных на масляном насосе и нагнетатель-

ной стороне компрессора, а также показания амперметра. В случае превышения допустимых значений силы тока или давления нагнетания, при отсутствии давления в системе смазки или появлении стуков компрессор немедленно останавливают для выявления причин ненормальной работы. При нормальной работе компрессора постепенно открывают всасывающий вентиль, контролируя перегрев пара, всасываемого в компрессор, и температуру нагнетаемого пара.

Пуск компрессора с закрытым всасывающим вентилем и его медленное открытие после того, как электродвигатель разовьет нормальную частоту вращения, исключает возможность возникновения гидравлического удара, который может произойти вследствие скопления жидкого хладагента или масла во всасывающем трубопроводе, а также в связи с возможным вскипанием жидкого хладагента в затопленных испарителях при резком понижении в них давления. Всасывающий вентиль открывают так, чтобы давление всасывания в компрессоре не превышало величины, близкой к рабочему давлению кипения. Процесс понижения давления в испарительной системе происходит медленно, но уменьшается вероятность работы компрессора влажным ходом.

В случае достижения в испарительной системе давления, соответствующего рабочей температуре кипения, полностью открывают всасывающий вентиль и приоткрывают на минимальный проход регулирующий вентиль. Температура нагнетания компрессора к этому моменту должна составлять от 60 до 80 °С. После полного открытия всасывающего вентиля увеличивают производительность компрессора с помощью регулятора производительности, постоянно наблюдая за показаниями амперметра.

При эксплуатации винтовых компрессоров периодически наблюдают за показаниями контрольно-измерительных приборов, сменяют фильтрующие элементы, смазочное масло и износившиеся детали. При эксплуатации маслозаполненных винтовых компрессоров следят, чтобы давление масла после масляного насоса было на 50—300 кПа ($\sim$0,5—3 кгс/см^2) выше давления пара в нагнетательной полости компрессора. Винтовые компрессоры отечественного производства смазывают маслом марок ХА-30 и ХС-40. Температура масла, подаваемого в компрессор, должна составлять от 25 до 45 °С.

Во время работы винтовых компрессоров сжимаемый парообразный хладагент охлаждается смазочным маслом, поэтому температура сжатого пара всегда бывает ниже, чем при адиабатическом сжатии, и при допустимых режимах работы компрессора не превышает 105 °С. В случае поступления влажного пара в винтовой компрессор, работающий на аммиаке, смазочное масло охлаждается, вязкость его увеличивается, нагрузка на электродвигатель повышается, уровень шума резко возра-

стает, и, если нет соответствующей защиты, может выйти из строя электродвигатель. При наличии контроля нагрузки электродвигателя при влажном ходе компрессор останавливается автоматически с помощью системы защиты. При большом поступлении жидкого хладагента в винтовой компрессор возможно заклинивание роторов и разрушение подшипников.

Перед остановкой компрессора следует принять меры для облегчения и безопасности его последующего пуска. При ручном режиме работы во избежание влажного хода компрессора во время его последующего пуска вначале закрывают регулирующий вентиль на трубопроводе подачи жидкого хладагента в испарительную часть системы и останавливают насос хладагента в циркуляционной системе. Компрессор продолжает работать и отсасывать пар из испарителя в течение 5—10 мин при закрытом регулирующем вентиле для понижения уровня хладагента. Затем закрывают запорный всасывающий вентиль у компрессора, понижают давление в картере до 0,02—0,03 МПа ($\sim$0,2—0,3 кгс/см^2) и выключают электродвигатель.

Автоматический пуск компрессора производится при открытых нагнетательном и всасывающем вентилях. После пуска производительность компрессора увеличивается автоматически. Перегрузки электродвигателя не происходит.

Особенности эксплуатации центробежных компрессоров

Пуск центробежного компрессора производят, как правило, вручную. При подготовке его к пуску выполняемые операции в основном аналогичны операциям при пуске поршневого компрессора. Однако есть следующие особенности.

Для предотвращения перегрузки электродвигателя во время пуска центробежного компрессора понижают давление в испарительной системе и во всасывающем трубопроводе до давления всасывания, соответствующего нормальной расчетной работе компрессора одним из следующих способов:

байпасированием при одновременном использовании пускового теплообменника с водяным охлаждением для снижения температуры хладагента в процессе пуска;

непосредственным понижением температуры хладагента в испарительной системе с помощью вспомогательного компрессорного агрегата; при этом отсасываемый из испарителя пар нагнетается в конденсатор и в виде жидкости перепускается в ресивер вспомогательного агрегата;

использованием промежуточного хладоносителя, охлаждаемого вспомогательным холодильным агрегатом.

Трубопроводы, соединяющие пусковой контур с центробежным компрессором, продувают паром хладагента для удаления взрывоопасных и инертных газов в трубопровод, предназначен-

ный для факельных сбросов газа. Это достигается открытием вентиля, находящегося между центробежным компрессором и факелом. Для предотвращения попадания в компрессор жидкого хладагента, скопившегося во всасывающем и нагнетательном трубопроводах, перед пуском центробежного компрессора проводят дренирование их.

После этого удаляют воздух из масляной системы, подают воду на маслоохладители, осуществляют запуск пускового масляного насоса и насоса системы регулирования, проверяют состояние аварийного масляного насоса кратковременным включением его в работу, регулируют давление масла, подаваемого в подшипники электродвигателя и компрессора, редуктор и рабочие уплотнения. Затем для поддержания постоянного давления на всасывающей стороне настраивают и включают регулятор давления, а для защиты от помпажного режима включают антипомпажный регулятор для перепуска части пара с нагнетательной стороны во всасывающую при повышении давления нагнетания выше допустимого.

После этого включают электродвигатель центробежного компрессора. Когда электродвигатель достигнет синхронной частоты вращения, по контрольно-измерительным приборам убеждаются в отсутствии перегрузки, помпажного режима, посторонних звуков и переводят агрегат с пускового контура на рабочий. Дальнейшее управление центробежным компрессором осуществляется автоматически.

Регулирование работы центробежного компрессора проводят аналогично регулированию поршневых холодильных машин. В процессе регулирования чаще всего требуется поддерживать температуру промежуточного хладоносителя на выходе из испарителя. При изменении нагрузки регулируют подачу воды на конденсатор. Изменение холодопроизводительности центробежного компрессора осуществляют изменением частоты вращения их ротора, дросселированием на всасывании, поворотом лопаток, установленных перед рабочим колесом, с помощью входных направляющих аппаратов, байпасированием. В крупных холодильных установках регулирование любым из перечисленных способов полностью автоматизировано. При работе смазочных устройств основное внимание обращают на температуру подшипников, давление смазочного и уплотняющего масел, уровень масла в масляных баках.

Наиболее опасным отклонением от нормальной работы центробежного компрессора, которая может привести к аварии, является помпажный режим. Основная причина возникновения такого режима — возрастание давления конденсации выше предела, который может развить центробежный компрессор. Для предотвращения помпажного режима при проектировании предусматривают дроссельный вентиль на всасывающем трубопроводе, вентиль для перепуска пара с нагнетательной стороны

во всасывающую и применяют автоматическую защиту от чрезмерного давления нагнетания.

Если контролируемые величины достигают предельных значений, а также при появлении ненормальных шумов и стуков, центробежный компрессор должен быть немедленно остановлен. При остановке на непродолжительное время выключение из работы отдельных частей системы осуществляется в обратной последовательности по сравнению с включением их в работу. В случае длительной остановки проводят отсос хладагента из аппаратов и трубопроводов с помощью поршневого компрессора в линейные ресиверы.

Эксплуатация компрессоров П110, П165, П220 и ПД55

Холодильные поршневые компрессоры П110, П165, П220 предназначены для работы в составе холодильных установок различного назначения. Давление нагнетания не должно превышать 2 МПа (~20 кгс/см²), температура нагнетания не более 160 °С, разность давления нагнетания и всасывания не более 1,7 МПа (~17 кгс/см²).

Холодильный поршневой компрессор ПД55 предназначен для работы в составе двухступенчатых холодильных установок различного назначения с диапазоном температур кипения от —25 до —45 °С и температурой конденсации до 43 °С. Компрессоры выпускаются без регулирования холодопроизводительности (ПД55-7-4) и с регулированием холодопроизводительности (ПД55-7-5). В компрессорах ПД55-7-4 регулирование осуществляется отжимом пластин всасывающих клапанов с помощью электромагнитов, размещенных в верхних крышках цилиндров. Напряжение, подаваемое на катушки электромагнитов, составляет 24 В.

Общие требования к обслуживанию компрессоров. Категорически запрещается эксплуатация компрессора без включения в систему управления защитной автоматики, обеспечивающей защиту компрессора по давлению нагнетания, температуре нагнетания, напору масла в системе смазки, а для аммиачных компрессоров также по защите от влажного хода и протоку воды через охлаждающую рубашку компрессора. Вскрывать компрессор при наличии в нем избыточного давления не разрешается.

Перед вскрытием компрессора проводят его вакуумирование для удаления холодильного агента, а также для удаления воздуха из компрессора перед подключением его в систему, заполненную холодильным агентом.

Для уменьшения расхода холодильного агента вакуумирование перед вскрытием компрессоров П110, П165 и П220 рекомендуется производить следующим образом: закрыть всасывающий вентиль (все линейные вентили на нагнетательном трубопроводе должны быть открыты); на аммиачном компрессоре закрыть вентиль на линии возврата масла в картер; включить электродвигатель компрессора и отсосать полость картера; выключить электродвигатель компрессора и быстро закрыть нагнетательный вентиль; если после выравнивания давления

в компрессоре остается избыточное давление, холодильный агент следует сбросить через специальное спускное устройство (спускник), расположенное на нагнетательном коллекторе (в аммиачных компрессорах сброс осуществляется под воду).

Самовакуумирование компрессора. Для уменьшения расхода холодильного агента вакуумирование перед вскрытием рекомендуется производить следующим образом: закрыть вентиль на линии возврата масла в картер; закрыть всасывающий вентиль СНД, а затем всасывающий вентиль СВД (все вентили на нагнетательных трубопроводах должны быть открыты); включить электродвигатель компрессора и отсосать полости всасывания и картер; остановить компрессор; быстро закрыть вначале нагнетательный вентиль СНД, а затем нагнетательный вентиль СВД; сбросить холодильный агент из нагнетательной полости СВД через вентиль, расположенный на нагнетательном коллекторе СВД; если после выравнивания давлений в СНД остается избыточное давление, холодильный агент следует сбросить через такой же вентиль, расположенный на нагнетательном коллекторе СНД; сброс аммиака осуществляется через шланг под воду.

Во избежание срабатывания предохранительного клапана не разрешается производить самовакуумирование при давлении конденсации более 1,6 МПа ($\sim$16 кгс/см^2). В случае удаления воздуха самовакуумирование проводится при закрытых всасывающем и нагнетательном вентилях и полностью открытом спускнике. Компрессор считается отвакуумированным, если остаточное давление в картере в момент остановки электродвигателя не превышает 0,02 МПа ($\sim$0,2 кгс/см^2). Если достигнуть необходимого разрежения не удается в течение 20 с, следует при осмотре проверить состояние поршневых колец, клапанов и уплотнение гильз. При проведении самовакуумирования следует внимательно следить за давлением масла, которое не должно быть ниже 0,1 МПа ($\sim$1 кгс/см^2).

После сборки компрессора перед подключением его в схему холодильной машины следует путем самовакуумирования удалить через спускник воздух из полостей картера. Температура нагнетания при этом не должна превышать 100 °С, а давление масла должно быть не ниже 0,1 МПа (1 кгс/см^2). Проводить данным компрессором вакуумирование аппаратов холодильной установки не разрешается.

Обслуживание системы смазки. На надежность работы компрессора и его долговечность в значительной мере влияют условия смазки трущихся пар и свойства смазочных масел (для аммиачных компрессоров — масла марок ХА-30 и ХА-23).

При нормальных условиях смазки установленные в компрессоре тонкостенные биметаллические взаимозаменяемые шатунные подшипники высокой точности обладают высокой стойкостью к изнашиванию. Недостаточное давление смазки может

привести к расплавлению подшипников и заклиниванию компрессора. Реле контроля смазки должно быть настроено на отключение электродвигателя компрессора при разности давлений в сальнике и картере компрессора не ниже 0,17 МПа ($\sim$1,7 кгс/см^2).

Замену масла в компрессоре рекомендуется проводить в следующей последовательности: через 50, 100 и 500 ч работы и затем во время профилактических осмотров и ремонтов. Всякий раз при замене масла следует промывать чистым керосином масляные фильтры и днище картера. Для промывки фильтр тонкой очистки должен быть разобран. Контроль уровня масла в картере осуществляется визуально по масломерному стеклу. Допустимые колебания уровня — в пределах стекла. Заправка масла в компрессор осуществляется по инструкции на агрегат (машину) через вентиль, расположенный в нижней части блок-картера со стороны сальника.

Обслуживание шатунно-поршневой группы. Устанавливают и удаляют шатунно-поршневую группу через гильзу. Для удобства монтажа в поршне предусмотрено отверстие под рым-болты. Вал при этой операции устанавливают в положение, при котором извлекаемый поршень находится в верхней мертвой точке. Выпрессовку и запрессовку поршневого пальца производят при равномерном нагреве поршня до 80—100 °С. Шатун должен легко поворачиваться вокруг поршневого пальца и иметь возможность перемещения вдоль его оси. Проворачивание пальца в бобышках поршня не допускается. Поршневые кольца не должны иметь даже легких заеданий в ручье поршня.

При нормальной работе компрессора пластмассовые кольца обладают высокой износостойкостью, причем износ гильз цилиндров значительно меньше, чем при использовании металлических колец. Однако в случае повышения температур, например при поломке пластины клапана, может произойти разрушение колец. При малых ремонтах, а также при неисправностях, приводящих к повышению температуры стенок гильзы, следует проверить кольца на хрупкость. Кольцо считается пригодным к дальнейшей работе, если оно не ломается при разводке замка на 100—150 мм.

Если при осмотре вкладышей нижней головки шатуна на них обнаружены усталостные трещины, выплавление, наволакивание антифрикционного сплава, вкладыши заменяют. При наличии на рабочей поверхности вкладышей царапин допускается легкая шабровка (зачистка).

Для установки шатунно-поршневой группы в компрессор на верхнем торце гильзы размещают специальное конусное кольцо (кольцо входит в комплект инструмента). Перед установкой узел продувают сухим воздухом и смазывают чистым маслом. Шатунные болты затягивают торцевым ключом до соприкосновения крышки с телом шатуна (определяют по резкому возра-

станию усилия на ключе), повернув затем болт примерно еще на 60° (на одну грань). После установки всех шатунно-поршневых групп вручную проворачивают коленчатый вал. Малейшие заедания не допускаются. После затяжки шатунных болтов производят стопорение их. Некачественные затяжка и стопорение шатунных болтов приводят к аварии.

Обслуживание нагнетательных и всасывающих клапанов. Для предупреждения поломок пластин клапанов следует строго придерживаться регламента технического обслуживания и своевременно заменять пластины. При обнаружении на рабочих поверхностях седел нагнетательных и всасывающих клапанов забоин, царапин и других дефектов производят притирку поверхностей. Притирку рекомендуется выполнять также всякий раз при замене пластин. Хорошо притертые поверхности клапана имеют ровную матовую поверхность без царапин. Допускается наличие отдельных царапин, не пересекающих притертую поверхность. После ремонта детали клапанов тщательно промывают в керосине и продувают сухим воздухом.

Обслуживание сальника. Для обеспечения доступа к сальнику снимают с вала маховик и вскрывают крышку. Наибольшему износу в сальнике подвержены поверхности подвижных графитовых и неподвижных стальных колец, а также резиновые кольца и пружины. Состояние этих деталей оказывает наиболее существенное влияние на работоспособность сальника в целом. Восстановление рабочих поверхностей графитовых и стальных колец осуществляют притиркой их по плите. В качестве притирочного материала рекомендуется использовать микропорошок № 5 (ГОСТ 3647—71). После притирки допускается наличие отдельных царапин, не пересекающих притертую поверхность. Поврежденные прокладки и пружины не ремонтируются, а подлежат замене.

Тарировка предохранительного клапана. Разборку, осмотр и тарировку предохранительного клапана производят не реже чем 1 раз в год независимо от наработки компрессора. Осмотр и тарировку клапана проводят также после каждого его срабатывания. Особое внимание при осмотре клапана обращают на качество фторопластовой и резиновой уплотнительных прокладок. Прокладки не должны иметь надрывов и других дефектов. Винт, крепящий прокладки, должен быть хорошо затянут и застопорен. После сборки клапан тарируют воздухом на давление открытия 1,7—0,05 МПа ($\sim$17—0,5 кгс/см^2). Тарировку проводят вращением регулирующей гайки. После тарировки проверяют герметичность клапана путем повышения давления до 1,6 МПа ($\sim$ 16 кгс/см^2) и пломбируют его.

Проверочные операции при обслуживании. Для проверки состояния компрессора после его разборки (и в случае замены уплотняющих прокладок под гильзой и под корпусом всасывающего клапана) проводят ряд проверочных операций: проверку

линейного мертвого пространства, высоты подъема пластин всасывающих клапанов и уплотнения гильз.

Линейное мертвое пространство (минимальный зазор между днищем поршня и седлом нагнетательного клапана) проверяют с помощью небольшой свинцовой пластинки шириной 5, длиной 10 и высотой не более 2 мм. Для получения отпечатка, положив свинец на днище поршня и жестко установив нагнетательный клапан, поворачивают вручную на один оборот коленчатый вал. Толщина отпечатка будет свидетельствовать замеряемому зазору. Он должен находиться в пределах от 0,8 до 1,2 мм. Зазор регулируют с помощью прокладок, установленных под гильзой или корпусом всасывающего клапана. Высоту подъема пластины всасывающего клапана замеряют щупом. Для аммиачных компрессоров она должна быть в пределах $1{,}1 \pm 0{,}2$ мм.

Для проверки уплотнения гильзы контролируют качество уплотнительных прокладок, установленных под гильзами или всасывающими клапанами. Уплотнение проверяют сжатым воздухом при давлении 0,6 МПа (~ 6 кгс/см^2), подведенным к полости картера. Уплотнение считается удовлетворительным, если падение давления во всасывающей полости (в блок-картере) не превышает 0,05 МПа ($\sim 0{,}5$ кгс/см^2) за 1 ч. Допускается определять утечку воздуха с помощью обмыливания. Во время уплотнения следует соблюдать осторожность. Не допускается подтяжка и отвинчивание гаек заглушки, когда компрессор находится под давлением. В случае необходимости замены прокладки под гильзой производят выпрессовку гильзы.

Натяг буферных пружин (деформация пружин при закрытии нагнетательной полости блока цилиндров верхней крышкой) соответствует высоте щели между проставкой компрессора и верхней крышкой, свободно лежащей на буферных пружинах до навинчивания гаек. Допустимый натяг буферной пружины составляет 9—12 мм. От правильного натяга в значительной степени зависит надежная работа компрессора. При малом натяге ухудшаются условия работы клапанов, при большом натяге в цилиндре может развиться недопустимо высокое давление, что приведет к аварии.

Во избежание утечек холодильного агента в процессе работы после каждого вскрытия компрессора проверяют его плотность (герметичность). При проверке плотности компрессор заполняют сухим воздухом до давления 1,6 МПа (~ 16 кгс/см^2). Во избежание утечки через сальник камера сальника должна быть заполнена маслом. Плотность соединений компрессора проверяют обмыливанием или по падению давления, которое не должно превышать 0,02 МПа ($\sim 0{,}2$ кгс/см^2) за 12 ч.

Обслуживание катушек электромагнитов (для компрессоров с регулированием производительности). После окончания монтажа компрессорного агрегата катушки электромагнитов подключают к блоку регулирования через штекерный разъем,

закрепленный на компрессоре. Последовательно проверяют исправность выводов катушек и закрепление монтажных проводов; закрепление разъема; сопротивление изоляции катушек по отношению к корпусу мегаомметром на 100 В, которое должно быть не менее 1 МОм. В процессе эксплуатации постоянно следят за состоянием проводов, их раскреплением, изоляцией. В соответствии с регламентом обслуживания проверяют омическое сопротивление катушек, сопротивление изоляции, осматривают катушки. Всякий раз после снятия верхних крышек проверяют состояние приводов и контактов.

Виды, периодичность и содержание технического обслуживания. Бесперебойная, безаварийная и безопасная работа компрессоров обеспечивается проведением ремонтных работ с определенной периодичностью и в заданном объеме. Своевременное и качественное выполнение этих работ предупреждает появление неисправностей и отказов в работе, обеспечивает высокий уровень эксплуатационной надежности компрессоров.

Основные неисправности компрессоров, П110, П165, П220 и ПД 55 приведены в табл. 5.

Холостая обкатка компрессора. После сборки компрессора или замены деталей механизма движения, системы смазки, сальника проводят холостую обкатку компрессора. Обкатка способствует лучшей приработке трущихся поверхностей, выявляет дефекты сборки.

Перед обкаткой несколько раз поворачивают вручную коленчатый вал. Заедания недопустимы. Не рекомендуется производить холостую обкатку без нагнетательных клапанов со снятыми верхними крышками.

Во избежание перегрева компрессора при холостой обкатке необходимо обеспечить присос через него воздуха. Для этого следует соединить (сообщить) всасывающие и нагнетательные коллекторы с атмосферным воздухом. При холостой обкатке контролируют давление масла и нагрев внешних стенок блок-картера. Холостую обкатку после капитального ремонта рекомендуется проводить в течение 1 ч. После ее окончания осматривают гильзы, клапаны, детали механизма движения, заменяют масло, промывают фильтры и днище картера.

После капитального ремонта дополнительно проводят четырехчасовую обкатку компрессоров П110, П165 и П220 на холодильном агенте при разности давлений 0,9 МПа ($\sim$9 мгс/см^2), степени повышения давления 6. Четырехчасовую дополнительную обкатку компрессора ПД55 проводят на режиме с температурой кипения от —35 до —40 °С и конденсации от 30 до 35 °С.

Если при работе под нагрузкой никаких неисправностей не обнаружено, компрессор передается в эксплуатацию.

Остаточное давление в картере в момент остановки электродвигателя должно быть таким же, как и для компрессоров П110, П165 и П220.

Таблица 5. **Основные неисправности в работе компрессоров ряда П**

Признаки неисправности	Причина	Способ устранения
Повышенная температура нагнетания	Поломка пластины нагнетательного клапана	Осмотреть клапаны и заменить пластину
	Неплотность предохранительного клапана	Разобрать и осмотреть клапан; заменить прокладки и перетарировать клапан
	Нарушение уплотнений в прокладках под гильзой или под всасывающим клапаном	Опрессовать гильзы; заменить негодные прокладки
	Засорение всасывающего фильтра	Промыть фильтры
Пониженное давление масла	Неплотность в маслопроводе	Проверить маслопровод
	Ослабла пружина в перепускном регулирующем масляном клапане	Подложить шайбу под пружину клапана
	Засорение масляных фильтров	Промыть фильтры
Стук в компрессоре	Малое линейное мертвое пространство	Немедленно остановить компрессор, увеличить толщину прокладки над гильзой
	Ослабли гайки на корпусе всасывающего клапана или гайка нагнетательного клапана	Подтянуть гайки и застопорить их
	Сломалась пластина всасывающего клапана	Проверить высоту подъема и заменить пластину
	Износ вкладышей нижней головки шатунов	Заменить изношенные вкладыши
	Ослабли буферные пружины	Проверить натяг пружин, заменить ослабленные буферные пружины
	Ослабли шатунные болты	Тщательно проверить, затянуть и застопорить шатунные болты
Стук в компрессоре с одновременным резким понижением температуры нагнетания	Попадание в компрессор жидкого холодильного агента	Остановить компрессор. Немедленно закрыть всасывающий вентиль. Удалить холодильный агент из всасывающего трубопровода

Эксплуатация аммиачных автоматизированных компрессорных агрегатов типа А

Компрессорные агрегаты типа А (А110-1, А110-2, А110-3, А110-1Р, А110-2Р, А165-7-0, А165-7-2, А220-2, А220-1Р, А220-2Р и др.) автоматизированные с автоматическим регулированием холодопроизводительности предназначены для работы в составе стационарных аммиачных холодильных машин и установок. Агрегат представляет собой единую конструкцию из смонтированных на общей раме поршневого непрямоточного компрессора с приводом через эластичную муфту от асинхронного электродвигателя, ограждения муфты привода, маслоотделителя и щита приборов автоматики, включаю-

щего в себя приборы автоматической защиты компрессора, приборы для визуального наблюдения за его работой и приборов управления и контроля. Компрессорный агрегат типа А работает по схеме одноступенчатого сжатия и может применяться в качестве высокой ступени двухступенчатых агрегатов.

Компрессоры, входящие в агрегаты с индексом Р, имеют специальное устройство для регулирования производительности путем отжима пластин всасывающих клапанов электромагнитным способом. Комплектно с агрегатами с индексом Р поставляются специальные блоки регулирования, обеспечивающие ступенчатое регулирование в пределах 100—25 % номинальной производительности. В агрегатах без индекса Р с компрессором, не имеющим специального устройства для регулирования производительности системой автоматики обеспечивается двухпозиционное (пуск — останов) регулирование производительности путем автоматического включения и выключения компрессора. Для смазки трущихся поверхностей компрессоров применяют масло ХА-30.

Подготовка агрегата к вводу в эксплуатацию. Для определения состояния агрегата после транспортирования и монтажа проводят его холостую обкатку. В процессе обкатки строго контролируют давление масла. В помещении во время холостой обкатки агрегата не допускается проводить строительные и изоляционные работы во избежание попадания загрязнений и пыли во внутренние полости агрегата. Разбирать механизм движения перед холостой обкаткой не рекомендуется. Вращение вала компрессора должно соответствовать направлению стрелки, нанесенной на передней крышке компрессора. Если вал вращается в противоположном направлении, немедленно останавливают компрессор и переключают обмотки электродвигателя. После обкатки останавливают компрессор, заменяют масло в картере компрессора и завершают монтаж системы.

После монтажа агрегата и системы проверяют плотность соединений агрегата с трубопроводами обмыливанием стыков. При этом давление в компрессоре должно составлять 1,6 МПа ($\sim$16 кгс/см^2). Проводить опрессовку компрессора или системы самим компрессором и подтягивать гайки при наличии давления в компрессоре не разрешается.

Перед заполнением системы аммиаком ее вакуумируют с помощью вакуум-насоса. Проводить вакуумирование системы компрессором холодильного агрегата запрещается.

Все приборы автоматики настраивают на заводе-изготовителе агрегата. Допускается окончательная подстройка приборов автоматики заказчиком на конкретный режим работы агрегата, определенный холодильной установкой, за исключением реле перепада давлений. До ввода в эксплуатацию необходимо на манометрах на стороне нагнетания нанести красную черту, определяющую предельно допустимые значения давлений нагнетания в зависимости от режима работы установки.

Температура пара в нагнетательном тракте при работе компрессорного агрегата существенно изменяется даже при сравнительно небольшом удалении точки замера параметра от нагнетательной полости компрессора. Поэтому при пусконаладочных

работах проводят проверку и окончательную настройку температурного реле, термочувствительный баллон которого установлен на нагнетательном трубопроводе агрегата. При этом температуру измеряют по термометру, установленному в гильзу, вваренную в нагнетательном коллекторе компрессора. Термореле настраивают на отключение компрессора при температуре нагнетания, превышающей максимально возможную для конкретного режима на 5—7 °С. Рекомендуется сезонная подстройка ТР.

Категорически запрещается работа при отключенных или неисправных приборах защиты агрегата и без подключения реле уровня на отделителях жидкости, испарителях и циркуляционных ресиверах, отключающих компрессор при опасном повышении уровня. Для подключения реле уровня в приборе управления и контроля УК-74 (ПУСК-11) предусмотрены вводы и сигнализация. Периодическая проверка приборов на срабатывание проводится в соответствии с указаниями в инструкции на приборы, но не реже 1 раза в 10 дней.

Эксплуатация агрегата. Агрегат эксплуатируют в соответствии с инструкцией по эксплуатации холодильной установки, инструкцией по эксплуатации компрессора и требованиям, изложенными ниже. Эксплуатацию приборов и другого комплектующего оборудования агрегата осуществляют в соответствии с документацией заводов-изготовителей.

Предусматривается работа агрегата в автоматическом или полуавтоматическом режиме, которая осуществляется переключением ключа на приборе управления. При автоматическом режиме агрегат работает с включенными приборами защитной автоматики и системой регулирования холодопроизводительности, при полуавтоматическом режиме — с включенными приборами защитной автоматики (автоматическое регулирование холодопроизводительности выключено).

Перед пуском агрегата в полуавтоматическом режиме или при первоначальном пуске в автоматическом режиме работы необходимо осмотреть компрессор и убедиться в отсутствии посторонних предметов, мешающих работе компрессора; проверить наличие масла в картере (уровень масла — до $^3/_4$ высоты масломерного стекла); открыть все манометровые вентили; провести дренирование нагнетательного и всасывающего трубопроводов компрессора для предотвращения скопления жидкого аммиака или масла, что особенно характерно для установок, имеющих несколько компрессоров, работающих на одну общую всасывающую и нагнетательную магистрали; открыть линейные запорные вентили на нагнетательной и всасывающей линиях и нагнетательный запорный вентиль компрессора (запорный вентиль на линии перепуска масла из маслоотделителя в картер компрессора должен быть закрыт); подать охлаждающую воду на компрессор; проверить наличие всех необходимых тер-

мометров; убедившись, что переключатель на приборе управления находится в положении «Отключено», включить автоматы главной цепи и цепи управления на станции управления; на приборе управления перевести переключатель в положение ПА, при этом должна загореться лампа «Питание».

Пуск в полуавтоматическом режиме производится после выполнения всех этих требований. Кроме того, нагнетательный вентиль компрессора должен быть открыт, а всасывающий закрыт. Осуществляют пуск нажатием кнопки «Пуск» на приборе управления. После включения электродвигателя агрегата постепенно открывают всасывающий вентиль, наблюдая за температурой и давлением всасывания. Вентиль перепуска масла из маслоотделителей в картер открывают не ранее, чем через 1 ч работы агрегата, т. е. после прогрева маслоотделителя. При работе в полуавтоматическом режиме на агрегатах с индексом Р можно осуществлять ручное ступенчатое регулирование холодопроизводительности путем включения тумблеров ВК1, ВК2 и ВК3 на блоке регулирования системы автоматического регулирования. Для этого подают напряжение питания на блок системы автоматического регулирования. Включение каждого тумблера снижает производительность на 25 %. Включается система регулирования снятием напряжения.

Первоначальный пуск агрегата в автоматическом режиме проводится так же, как и в полуавтоматическом. При выходе компрессора на заданный режим переключатель на приборе управления переводят в положение А.

Система ступенчатого регулирования холодопроизводительности (в пределах 100—75—50—25 % от номинальной) обеспечивает точное поддержание температуры рассола на выходе из испарителя или температуры кипения при меняющейся тепловой нагрузке с помощью электромагнитного отжима пластин всасывающих клапанов компрессора.

Для агрегатов без индекса Р автоматический режим работы предусматривает двухпозиционное (пуск—останов) регулирование холодопроизводительности. Команда на пуск и останов поступает от датчика-реле температуры, установленного у потребителя холода. При остановках агрегатов, работающих в автоматическом режиме, никакие манипуляции с запорными вентилями не допускаются. На видном месте должно быть помещено предупреждение «Агрегат работает на автомате».

При пуске компрессора после длительной стоянки во избежание попадания жидкого аммиака в картер компрессора по трубопроводу возврата масла из маслоотделителя рекомендуется продуть трубопровод и маслоотделитель через спускной вентиль, установленный на маслоперепускной линии. Продувка трубопровода должна выполняться с соблюдением требований Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок. Порядок проведения операции должен

быть установлен инструкцией по эксплуатации холодильной установки, в состав которой входит агрегат.

Останов агрегата. В полуавтоматическом режиме агрегат останавливают кнопкой «Стоп» на приборе управления. Всасывающий и нагнетательный вентили компрессора и вентиль перепуска масла из маслоотделителя в картер закрывают. В автоматическом режиме агрегат без индекса Р останавливается при поступлении команды на останов от датчика-реле температуры, установленного у потребителя холода. Всасывающий и нагнетательный вентили компрессора, а также вентиль перепуска масла из маслоотделителя в картер должны оставаться открытыми. Агрегаты с индексом Р автоматически останавливаются, если 25 % производительности компрессора превышают необходимую потребность.

В экстренных случаях останов производится нажатием кнопки «Стоп» на приборе управления независимо от режима.

В случае остановки компрессора приборами автоматики на пульте загорается соответствующая лампочка: «Давление масла», «Давление нагнетания», «Температура нагнетания». Последующий пуск возможен только после выяснения и устранения причины срабатывания прибора. Устранив причину, вызвавшую остановку агрегата, следует нажать на кнопку «Сброс» и осуществить пуск. Следует иметь в виду, что загорание сигнала «Давление масла» может произойти при обрыве эластичной муфты привода, заклинивании цилиндра компрессора, срабатывании теплового реле двигателя и другим причинам, приводящим к остановке масляного насоса компрессора.

При длительной остановке агрегата необходимо спустить воду из охлаждающей рубашки компрессора и перекрыть линейные, запорные вентили на всасывающей и нагнетательной магистралях холодильной установки. Необходимо также следить за давлением в картере компрессора. Систематически выравнивать давление в картере компрессора с давлением в испарителе открытием вентиля на всасывающей магистрали и вентиля на всасывании компрессора.

В случае остановки агрегата для профилактических осмотров, ремонтов, связанных со вскрытием компрессора, перед вскрытием необходимо отвакуумировать агрегат. Вакуумирование агрегата проводят так: закрывают всасывающий вентиль компрессора, производят самовакуумирование компрессора до остаточного давления в картере 0,02 МПа ($\sim$0,2 кгс/см^2). При проведении вакуумирования во избежание срабатывания предохранительного клапана необходимо следить за давлением нагнетания, которое не должно превышать 1,6 МПа ($\sim$16 кгс/см^2). После вакуумирования останавливают компрессор, закрывают линейные и запорные вентили на всасывании и нагнетании, а также вентили на трубопроводе возврата масла в компрессор. Пары аммиака, оставшиеся в нагнетательной полости

компрессора, спускают через спускной вентиль на компрессоре. Затем компрессор может быть вскрыт.

Дозаправка компрессора маслом в процессе эксплуатации. В процессе эксплуатации следят за уровнем масла в картере компрессора. При понижении уровня масла до нижней кромки масломерного стекла картер компрессора дополнительно заправляют маслом с помощью электроприводного или ручного масляного насоса. Масло подают через вентиль для заправки, находящийся в нижней части блок-картера, под сальником. На масляной линии, кроме запорного вентиля, обязательно должен быть установлен обратный клапан. Производить дозаправку масла путем вакуумирования картера компрессора не рекомендуется.

Проверка обратного клапана и очистка масляного фильтра. При длительной безостановочной работе компрессора на поверхности направляющей обратного клапана происходит осаждение смолистых частиц, образующихся из масла при высоких температурах, что может привести к нарушению нормальной работы клапана из-за его заеданий, и как следствие, к потере клапаном плотности. В связи с этим необходимо периодически при проведении профилактических осмотров проверять обратный клапан на плотность.

Вначале проверяют нормальную работу клапана (открытие и закрытие). Для этого запускают машину (агрегат), выводят ча нормальный режим работы и убеждаются по показаниям соответствующих манометров, что разность давлений нагнетания и конденсации не превышает 0,02—0,03 МПа (0,2—0,3 кгс/см^2), что свидетельствует о нормальном открытии клапана. Кнопкой «Стоп» на пульте управления останавливают компрессор; при этом запорные вентили на всасывании должны быть закрыты. Обратный клапан должен закрыться, что можно установить по выравниванию давления всасывания и нагнетания примерно через 10 мин после остановки компрессора.

Компрессор в таком положении оставляют в течение часа. Если за это время не будет наблюдаться повышение давления в картере компрессора, то обратный клапан допускается к дальнейшей работе. При потере клапаном плотности его разбирают и промывают все детали. После этого клапан проверяют на плотность в той же последовательности.

При осмотрах и периодических ремонтах рекомендуется прочистить фильтр с дроссельной шайбой, расположенный на линии возврата масла из маслоотделителя в картер компрессора. Для очистки закрывают запорные вентили на входе масла в фильтр и на выходе из него. Для этого подсоединяют резиновый шланг к дренажному вентилю на фильтре и спускают масло под уровень воды. После этого ослабляют крепежные шпильки и удаляют корпус фильтра вместе с фильтрующим патроном и дроссельной шайбой. Фильтрующий патрон и дрос-

сельную шайбу промывают в керосине или уайт-спирите и продувают воздухом. Затем фильтр собирают и устанавливают его в положение, которое он занимал до разборки.

Эксплуатация двухступенчатого компрессорного агрегата АД90-3

Аммиачный компрессорный двухступенчатый агрегат АД90-3 предназначен для работы в составе стационарных холодильных установок. В состав агрегата входят поршневой компрессор П110 и ротационный компрессор Р 90. Агрегат обеспечивает работу в интервале температур кипения от —25 до —45 °С при температуре конденсации до 40 °С. В интервале температур кипения от —25 до —30 °С при температурах конденсации выше 30 °С работа агрегата осуществляется с поджатым всасывающим вентилем ступени низкого давления и поддержанием давления во всасывающем коллекторе, соответствующего температуре насыщения —30 °С.

Подготовка агрегата к вводу в эксплуатацию. Для определения состояния агрегата после транспортирования и монтажа проводят его холостую обкатку. Подготовку ротационного компрессора к вводу в эксплуатацию проводят в соответствии с руководством по его эксплуатации. Если компрессор до пуска в работу хранился более трех месяцев, проводят ревизию пластин. Холостую обкатку проводят в соответствии с указаниями инструкции.

Разбирать механизм движения перед холостой обкаткой не рекомендуется. Вращение вала компрессора должно соответствовать направлению стрелки, нанесенной на передней крышке компрессора. Если вал вращается в противоположном направлении, немедленно останавливают компрессор и переключают обмотки электродвигателя. После обкатки останавливают компрессор, заменяют масло в картере и завершают монтаж системы.

После монтажа агрегата и системы необходимо проверить плотность соединений с трубопроводами обмыливанием стыков. При этом давление в компрессоре должно быть 1,6 МПа (~16 кгс/см^2). Категорически запрещается опрессовку компрессора или системы вести самим компрессором. Перед заполнением системы аммиаком ее следует отвакуумировать с помощью вакуум-насоса (проводить вакуумирование системы компрессором холодильного агрегата не разрешается). Все приборы автоматики настраиваются на заводе-изготовителе.

До ввода агрегата в эксплуатацию на манометрах и мановакуумметрах наносят красную черту, определяющую предельно допустимые значения давления нагнетания в зависимости от режима установки. При проверке и окончательной настройке при пусконаладочных работах реле температуры компрессора П110 температуру измеряют по термометру, установленному в гильзу, вваренную в нагнетательный коллектор компрессора. При этом следует пользоваться термометром

У6 2 160 104 (ГОСТ 2823—73). Температура пара в коллекторе, при которой должно произойти срабатывание реле, не должна превышать 160 °С, но может быть принята и более низкой в зависимости от конкретного режима работы агрегата.

Температуру пара в нагнетательном трубопроводе ротационного компрессора Р90 для проверки срабатывания реле можно поднять до 100 °С при работе агрегата в указанном режиме путем поджатия всасывающего вентиля бустер-компрессора. Температуру замеряют термометром, установленным в гильзу, вваренную в нагнетательный трубопровод вблизи от нагнетательного патрубка компрессора.

Категорически запрещается работа при отключенных или неисправных приборах защиты агрегата и без подключенных реле уровня на отделителях жидкости, промежуточных сосудах, испарителях и циркуляционных ресиверах, отключающих компрессор при опасном повышении уровня. Периодическая проверка приборов на срабатывание производится в соответствии с указаниями в инструкции на приборы, но не реже 1 раза в 10 дней.

Эксплуатация агрегата. Эксплуатацию агрегата осуществляют в соответствии с инструкцией по эксплуатации холодильной установки, инструкциями по эксплуатации поршневого и ротационного компрессоров и требованиями, изложенными ниже, эксплуатацию приборов и другого комплектующего оборудования агрегата — в соответствии с документацией заводов-изготовителей.

Системой автоматики предусматривается работа агрегата в автоматическом или полуавтоматическом режиме, которая осуществляется переключением ключа «Род работы» на приборе управления УК-74 (ПУСК-11) в положения соответственно А или ПА.

При полуавтоматическом режиме включены в работу все виды защиты агрегата: от превышения давления нагнетания как СВД, так и СНД; от снижения разности давлений масла ниже заданных значений обеих ступеней; от повышения температур нагнетания обеих ступеней; от превышения допустимого уровня жидкости в промежуточном сосуде и отделителе жидкости. При автоматическом режиме работы кроме вышеуказанных защит производится автоматическое поддержание заданных параметров охлаждаемого объекта или хладоносителя пуском-остановом агрегата. Команды на пуск и останов агрегата поступают от датчика-реле температуры или давления, установленного в испарительной системе.

Постоянная работа в местном режиме не разрешается, для чего на приборах УК-74 (ПУСК-11) должны быть установлены и запломбированы специальные планки, не позволяющие перевести ключи в положение местного режима М. Снимать пломбы можно только по указанию должностного лица с обязательной

записью в суточном журнале. Допускается кратковременная работа поршневого компрессора СВД только при постоянном наблюдении обслуживающего персонала.

Выбор автоматического или полуавтоматического режимов работы определяет положение ключа на приборе УК-74 (ПУСК-11) компрессора СВД. При этом положение ключа на приборе УК-75 (ПУСК-11) компрессора СНД может быть А или ПА.

Перед пуском агрегата в полуавтоматическом режиме необходимо:

осмотреть агрегат и убедиться в отсутствии посторонних предметов, мешающих работе компрессоров;

проверить наличие масла в картере СВД и маслоотделителе СНД (уровень масла — до $^3/_4$ высоты масломерного стекла);

провести дренирование нагнетательных и всасывающих трубопроводов компрессоров от возможного скопления жидкого аммиака или масла, что особенно характерно для установок, имеющих несколько агрегатов, работающих на одну общую всасывающую и нагнетательную магистрали;

открыть все манометровые вентили; проверить наличие всех необходимых термометров;

убедиться, что все исходные параметры установки позволяют произвести нормальный пуск: давления в промежуточном сосуде и испарителе равны и составляют 0,15—0,2 МПа (1,5—2 кгс/см^2); уровни жидкого аммиака в промежуточном сосуде и отделителе жидкости не превышают допустимые;

провернуть вручную муфты приводов компрессоров на 1,5—2 оборота и убедиться, что они вращаются свободно, без заеданий;

открыть линейные запорные вентили на нагнетательный и всасывающих линиях, в том числе вентили у разгрузочного вентиля на промежуточном сосуде;

открыть нагнетательные запорные вентили компрессоров и всасывающий вентиль компрессора СВД;

открыть масляный вентиль на маслоотделителе СНД (70 ЦМО); запорный вентиль на линии перепуска масла из маслоотделителя СВД (65 МО) в картер компрессора П110 должен быть закрыт;

подать охлаждающую воду на компрессор СВД; включить насосы подачи воды на конденсатор, а при рассольной системе и насосы подачи хладоносителя на испаритель; вентиль подачи воды на маслоохладитель СНД должен быть закрыт, пока температура масла на выходе из маслоохладителя не достигнет 50—60 °С.

На приборах управления УК-74 (ПУСК-11) ключ «Род работы» на обеих ступенях установить в положение ПА. Нажать на обоих приборах УК-74 кнопки «Пуск» в любой последовательности или кнопку «Пуск» на дистанционном щите. При этом

после нажатия второй кнопки произойдет пуск компрессора СВД, а через реле времени (с задержкой 15 с) и компрессора СНД. Электромагнитный вентиль на уравнительной линии промежуточного сосуда закроется, а на линии подачи воды в компрессор СНД откроется.

После включения электродвигателей СНД и СВД надо постепенно открывать всасывающий вентиль ротационного компрессора Р90, при этом необходимо следить за температурами и давлениями всасывания, а также за давлением масла СНД и СВД. В первоначальный момент пуска агрегата необходимо проверить направление вращения вала компрессора, которое должно соответствовать указанному стрелкой на корпусе масляного насоса.

Для работы агрегата в автоматическом режиме необходимо провести первоначальный пуск на полуавтоматическом режиме. После выхода агрегата на заданный режим ключ на приборе УК-74 (Пуск-11) СВД перевести в положение А. В связи с тем, что в автоматическом режиме останов и пуск агрегата будут осуществляться без участия обслуживающего персонала, на обеих ступенях должны быть вывешены предупреждения «Агрегат работает на автомате».

Не разрешается работать без контроля температуры всасываемых компрессорами паров аммиака, которая должна быть на 5—15 °С выше температуры паров аммиака в промежуточном сосуде или испарителе; величину перегрева определяют как разность между температурой пара, измеренной перед всасывающим штуцером компрессора, и температурой пара в аппарате по температурной шкале мановакуумметра. Для защиты компрессоров от повышения разности давлений нагнетания и всасывания установлены самодействующие предохранительные клапаны, соединяющие полость нагнетания с полостью всасывания при разности давлений в поршневом компрессоре более 1,7 МПа ($\sim$17 кгс/см^2) и в ротационном компрессоре более 0,4 МПа ($\sim$4 кгс/см^2).

Приборы защиты и контроля должны быть правильно подключены и отрегулированы, что является непременным условием надежной эксплуатации агрегата; в приборах управления и контроля агрегата предусматривается подключение аварийной звуковой и световой сигнализации. Не разрешается работать без реле уровня на отделителях жидкости, испарителях и циркуляционных ресиверах, отключающих компрессоры при опасном повышении уровня; схема аварийного реле уровня испарительной системы должна быть подключена к прибору управления и контроля УК-74. Запрещается снижать температуру нагнетания компрессоров работой влажным ходом или впрыском жидкого аммиака во всасывающий трубопровод. В случае работы агрегата в схеме холодильной установки с рассольным испарителем сильфон низкого давления реле давления агрегата

рекомендуется подключить к всасывающему трубопроводу вблизи всасывающего патрубка компрессора на участке до запорного вентиля по ходу газа; настраивать прибор следует на размыкание контактов при понижении давления ниже заданного в зависимости от режима работы агрегата во избежание опасности замерзания рассола.

Для измерения температуры перед всасывающим патрубком компрессора СВД и на нагнетании компрессоров СНД и СВД предусмотрены термометровые гильзы, вваренные во всасывающий коллектор компрессора СВД и нагнетательные трубопроводы компрессоров СНД и СВД; при монтаже агрегата у заказчика необходимо вварить термометровую гильзу вблизи всасывающего вентиля компрессора Р90; работа агрегата без установки термометров в указанные гильзы не допускается.

Останов агрегата. При работе в полуавтоматическом режиме останавливают агрегат нажатием кнопки «Стоп» на любом приборе УК-74 (Пуск-11) или на дистанционном пульте. После остановки агрегата ключ на обоих приборах УК-74 (Пуск-11) переводят в положение «Отключено». При этом разгрузочный вентиль на промежуточном сосуде автоматически открывается, давление в промежуточном сосуде понижается до величины давления в испарительной системе. Всасывающие, нагнетательные вентили компрессоров, вентиль перепуска масла из маслоотделителя 65 МО в картер компрессора П110, вентиль на выходе масла из маслоотделителя СНД (70 ЦМО), вентиль подачи воды в рубашку компрессора П110 и маслоохладитель СНД закрывают. Подачу воды на компрессор Р90 (СНД) прекращают при остановке компрессора Р90 во избежание возможного заклинивания нагретого ротора при охлаждении цилиндра неработающего компрессора.

В автоматическом режиме агрегат останавливается при поступлении команды на останов от датчика-реле температуры, установленного у потребителя холода. Всасывающие и нагнетательные вентили компрессоров, вентиль перепуска масла из маслоотделителя в картер компрессора П110, вентиль на выходе масла из маслоотделителя СНД (70 ЦМО) должны оставаться открытыми.

В экстренных случаях остановка производится нажатием кнопки «Стоп» на любом приборе управления независимо от режима (автоматический или полуавтоматический). Последующий пуск проводится вначале на полуавтоматический режим с переходом на автоматический, как описано выше.

В случае остановки компрессоров приборами автоматики на пульте загорается соответствующая лампочка «Давление масла», «Давление нагнетания», «Температура нагнетания» СВД или СНД. Последующий пуск возможен только после выяснения и устранения причины срабатывания прибора. Устранив причину, вызвавшую остановку агрегата, следует нажать

на кнопку «Сброс» и осуществить пуск агрегата. Следует иметь в виду, что загорание сигнала «Давление масла» может произойти при обрыве эластичных муфт привода, заклинивании цилиндров компрессоров, срабатывании теплового реле двигателя и по другим причинам, приводящим к остановке масляных насосов компрессоров.

При стоянке агрегата могут создаваться условия, не позволяющие провести нормальный пуск агрегата. Так, во время стоянки агрегата в испарителе и промежуточном сосуде необходимо поддерживать давления, не превышающие или равные 0,2 МПа ($\sim$2 кгс/см^2). Если давления в указанных аппаратах повышаются, необходимо осуществлять сброс давления из аппаратов в любую параллельную систему, давление в которой ниже указанной величины. Порядок сброса давления должен быть установлен инструкцией по эксплуатации холодильной установки. Если схема не позволяет произвести сброс давления, то следует периодически включать агрегат для поддержания стояночного давления, не превышающего 0,2 МПа ($\sim$2 кгс/см^2). В случае превышения давления в промежуточном сосуде 0,37 ($\sim$3,7 кгс/см^2) реле давления нагнетания СНД не даст разрешения на пуск агрегата. Перед пуском агрегата осуществляют сброс давления промежуточного сосуда в любую параллельную систему, давление в которой ниже указанного (отсасывать промежуточный сосуд компрессором СВД в местном режиме во избежание гидравлического удара не разрешается). Если уровень жидкости в промежуточном сосуде превышает допустимый, реле уровня не даст разрешения на пуск агрегата. В этом случае надо произвести дренаж жидкости в аппараты с более низким давлением.

При пуске агрегата после длительной стоянки в целях предотвращения попадания жидкого аммиака в картер компрессора П110 по трубопроводу возврата масла из маслоотделителя 65 МО рекомендуется продуть трубопровод и маслоотделитель 65 МО через спускной вентиль, установленный на маслоперепускной линии. Продувка трубопровода должна выполняться с соблюдением требований Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок. Порядок проведения операции должен быть установлен инструкцией по эксплуатации холодильной установки, в состав которой входит агрегат.

При остановке агрегата для профилактических осмотров, ремонта, связанных с вскрытием компрессора, необходимо руководствоваться указаниями инструкции завода-изготовителя по разборке ротационного компрессора. Перед вскрытием поршневого компрессора необходимо его отвакуумировать. Вакуумирование поршневого компрессора осуществляют на местном режиме следующим образом. Закрывают всасывающий вентиль компрессора и проводят самовакуумирование его до оста-

точного давления 0,02 МПа (~0,2 кгс/см²). При проведении вакуумирования во избежание срабатывания предохранительного клапана необходимо следить за давлением нагнетания, которое не должно превышать 1,6 МПа (~16 кгс/см²). После этого остановить компрессор, закрыть линейные и запорные вентили на всасывании и нагнетании и вентили на трубопроводе возврата масла в компрессор. Пары аммиака, оставшиеся в нагнетательной полости компрессора, удалить через спускной вентиль на компрессоре. После этого компрессор может быть вскрыт.

Дозаправка агрегата маслом в процессе эксплуатации. В процессе эксплуатации следят за уровнем масла в маслоотделителе компрессора СНД и в картере компрессора СВД. При понижении уровня масла до нижних кромок масломерных стекол дозаправляют маслоотделитель СНД (до верхней кромки масломерного стекла) и картер компрессора СВД (до $^3/_4$ масломерного стекла). Для заправки маслом используют электроприводной или ручной масляный насос. Маслоотделитель СНД заправляют через вентиль, расположенный в нижней части маслоотделителя. Заправку масла в компрессор СВД осуществляют через заправочный вентиль, расположенный в нижней части блок-картера со стороны сальника. На масляной линии кроме запорного вентиля должен быть установлен обратный клапан. Не рекомендуется осуществлять дозаправку масла путем вакуумирования картера компрессора П110.

Эксплуатация двухступенчатых автоматизированных агрегатов АД 130-3 и АД 260-7-4

Двухступенчатые автоматизированные агрегаты АД 130-3 и АД 260-7-4 предназначены для работы в составе промышленных аммиачных холодильных установок в интервале температур кипения от —25 до —55 °С при температуре конденсации до 45 °С. Агрегат представляет собой комплект оборудования, состоящий из двух автоматизированных компрессорных агрегатов (винтового — низкая ступень, поршневого — высокая ступень) и промежуточного сосуда.

Для определения состояния агрегата после транспортирования и монтажа следует произвести его холостую обкатку. Подготовку к эксплуатации и холостую обкатку агрегатов А110 и А220 проводят в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации завода-изготовителя.

Холостую обкатку винтовых агрегатов 5ВХ—350/2,6 А, 1АН260-7-6 и АН260-7-6 проводят в такой последовательности.

Вначале заправляют агрегат маслом от централизованной системы смазки через вентиль D_y10, расположенный в нижней

части маслосборника. Допускается заливать масло через штуцер под предохранительный клапан, установленный на сепараторе, для чего клапан перед заливкой должен быть снят.

Уровень масла должен быть не менее $^3/_4$ высоты масломерного стекла, что соответствует количеству залитого масла 130 кг для агрегата 5ВХ-350/2,6А и 230 кг для агрегатов АН 260-7-6 и 1АН260-7-6.

После этого надо вынуть запорные клапаны у всасывающего и нагнетательного вентилей, установить золотник в положение минимальной производительности, вращая маховик золотника по часовой стрелке до упора, ротор компрессора провернуть вручную на 1—2 оборота по направлению часовой стрелки, как указано на камере всасывания. Вращение роторов должно быть свободным, без заеданий. Затем следует открыть запорные вентили на маслопроводе и манометровом щите, в термометровые гильзы установить термометры, а в бобышку манометр.

Перед обкаткой винтового компрессора проводят обкатку масляной системы, при этом ключ «Род работы» на устройстве А-80 должен находиться в положении «Отключено».

При температуре масла ниже 15 °С производят подогрев масла, для чего в агрегатах 5ВХ-350/2,6А, АН 260-7-6 и 1АН260-7-6 закрывают вентиль перед маслоохладителем и открывают вентиль на обводной линии в агрегате 5ВХ—350/2,6А, пускают масляный насос кнопкой «Пуск» на кнопочном посту.

В агрегате 5ВХ-350/2,6А масло будет циркулировать по контуру маслосборник — фильтр — масляный насос — вентиль на обводной линии — маслосборник. В агрегатах АН260-7-6 и 1АН260-7-6 масло циркулирует по контуру маслосборник — фильтр — масляный насос — вентиль на обводной линии — маслосборник.

После нагрева масла до температуры 15 °С останавливают насос кнопкой «Стоп», открывают вентиль перед маслоохладителем, а на агрегате 5ВХ—350/2,6А закрывают также вентиль на обводной линии.

Затем пускают масляный насос и проводят обкатку масляной системы в течение 2 ч. При обкатке надо следить за давлением масла после фильтров тонкой очистки по манометру на щите. Давление должно быть равным 0,25—0,4 МПа ($\sim$2,5—4 кгс/см^2). При меньшем давлении останавливают насос и промывают сетчатые элементы фильтров. Перед окончанием обкатки давление масла должно быть не менее 0,2 МПа ($\sim$2 кгс/см^2).

После этого проверяют давление регулировки вентиля РДМ по манометру в бобышке, переводят ключ «Род работы» в положение М и кнопкой «Пуск» на устройстве А-80 включают винтовой компрессор; при этом вначале включится электродвигатель масляного насоса, а затем электродвигатель компрессора.

При пуске компрессора обращают внимание на направление вращения вала. Вал должен вращаться по направлению стрелки, нанесенной на камере всасывания. Если вал вращается в противоположном направлении, выключить электродвигатель и переключить его обмотки, поменяв местами две фазы. При нажатии кнопки «Пуск» открывается соленоидный вентиль подачи воды в маслоохладители.

Холостую обкатку винтового компрессора проводят в течение 2 ч. При обкатке надо следить за давлением масла после фильтра тонкой очистки и температурой масла по термометру, установленному после маслоохладителя. Давление масла должно быть в пределах 0,25—0,4 МПа ($\sim$2,5—4 кгс/см^2), температура масла должна быть не менее 15 °С.

Компрессор останавливают нажатием кнопки «Стоп» на устройстве А-80, при этом останавливается также масляный насос. После обкатки устанавливают на место запорные клапаны во всасывающий и нагнетательный вентили. После этого проверяют систему на плотность давлением 1,5 МПа ($\sim$15 кгс/см^2), компрессор высокой ступени при этом должен быть полностью отключен. Выдержка системы под давлением не менее 12 ч.

Эксплуатацию агрегата АД осуществляют в соответствии с общей инструкцией на холодильную установку, техническим описанием, инструкцией по эксплуатации и эксплуатационной документацией на составные части агрегата согласно ведомости эксплуатационных документов ЭД.

Агрегат может работать в полуавтоматическом или автоматическом режимах управления. Для этого на устройствах А-80 предусмотрена установка ключа «Род работы» соответственно в позиции ПА и А.

При полуавтоматическом режиме пуск и останов компрессоров осуществляются кнопками «Пуск» и «Стоп» на устройстве А-80 или дистанционном пульте. Останов обоих компрессоров происходит при понижении разности давлений на нагнетании масляного насоса и в маслоотделителе винтового агрегата; понижении разности давлений масляного насоса и в картере компрессора высокой ступени; повышении давления нагнетания и понижении давления всасывания в компрессоре низкой ступени (останавливаются только компрессор низкой ступени и масляный насос); повышении давления нагнетания высокой ступени; повышении температуры нагнетания стороны низкого давления; повышении температуры нагнетания стороны высокого давления; повышении и понижении температуры масла стороны низкого давления; повышении уровня жидкого аммиака в испарительной системе; повышении уровня жидкого аммиака в промежуточном сосуде.

При автоматическом режиме работы действуют вышеперечисленные защиты и производится автоматическое поддержание заданных параметров охлаждаемого объекта или хладоно-

сителя пуском-остановом агрегата. Команды на пуск и останов агрегата поступают от датчика реле температуры или давления, установленного в испарительной системе. Первоначальный пуск агрегата осуществляется от кнопки «Пуск» на устройстве А-80, останов — кнопкой «Стоп» или переводом ключа в положение «Отключено».

Постоянная работа в местном режиме категорически запрещается. Для этого на устройствах А-80 должны быть установлены и запломбированы специальные планки, не позволяющие перевести ключи в положение местного режима М. Снятие пломб может производиться только по указанию должностного лица с обязательной записью в суточном журнале. Допускается кратковременная работа компрессоров в местном режиме при вспомогательных операциях: для пуска в работу масляного насоса винтового агрегата в целях прогрева масла при температуре в помещении ниже 15 °С; для холостой обкатки компрессоров. При этом работа агрегатов допускается только при постоянном наблюдении обслуживающего персонала.

Выбор режима работы (автоматический или полуавтоматический) определяет положение ключа на устройстве А-80 компрессора высокой ступени. При этом положение ключа на устройстве А-80 компрессора низкой ступени может быть А или ПА. Работа при переключении обоих или одного из ключей в положение М не разрешается.

Пуск агрегата в работу в полуавтоматическом режиме проводят в следующей последовательности. Осматривают компрессоры и убеждаются в отсутствии посторонних предметов, мешающих работе компрессоров. Проверяют наличие масла в картере компрессора СВД и сепараторе СНД. В связи с возможным скоплением жидкого аммиака или масла во всасывающем и нагнетательном трубопроводах агрегатов жидкость спускают через вентили, расположенные на самых низких точках указанных трубопроводов. Открывают все манометровые вентили, проверяют наличие всех необходимых термометров. Убеждаются, что исходные параметры установки позволяют произвести нормальный пуск (давления в промежуточном сосуде и испарителе равны и не превышают 0,45 МПа, или 4,5 кгс/см^2; температура масла в системе смазки ступени низкого давления не ниже 15 °С; уровни жидкого аммиака в промежуточном сосуде и отделителе жидкости не превышают допустимых значений); открывают все линейные запорные паровые вентили, кроме всасывающего вентиля ступени низкого давления; открывают все вентили масляной системы СНД, кроме вентиля перепускной линии (для агрегата 5ВХ-350/2,6А); выполняют все мероприятия по подготовке к пуску СВД согласно инструкции завода-изготовителя на агрегат А110.

После этого устанавливают золотник винтового компрессора в положение минимальной производительности (т. е. открывают

золотник) вращением маховика по часовой стрелке до упора. Включают насосы подачи воды на конденсатор и маслоохладители, а при рассольной системе и насосы подачи хладоносителя на испаритель. На устройствах А-80 ключ «Род работы» на обеих ступенях устанавливают в положение ПА. Нажимают на обоих устройствах А-80 кнопку «Пуск» в любой последовательности или кнопку «Пуск» на дистанционном пульте. При этом после нажатия второй кнопки произойдет пуск компрессора СВД, а через реле времени (с задержкой в 15 с) и компрессора СНД. Откроется вентиль на линии подачи воды в маслоохладители. Затем переводят золотник винтового компрессора в положение максимальной производительности вращением маховика против часовой стрелки до упора. Медленно открывают всасывающий вентиль СНД и следят за давлением всасывания в компрессоре после запорного всасывающего вентиля. Оно должно быть не более 0 кгс/см², что соответствует температуре кипения —33 °С.

Для предотвращения перегрузки электродвигателей на агрегатах 5ВХ-350/2,6А и АН-260-7-6 и их повреждения всасывающий вентиль разрешается открывать полностью только тогда, когда давление в испарителе не будет превышать 0 кгс/см² (т. е. температура кипения будет ниже —33 °С). В процессе работы агрегатов следят, чтобы температура кипения не превышала этой величины. В случае увеличения тепловой нагрузки и повышения температуры кипения во избежание перегрузки электродвигателей 5ВХ-350/2,6А и АН-260-7-6 прикрывают

Таблица 6. **Основные неисправности винтовых агрегатов, их причины и способы устранения**

Признаки неисправности	Причины	Способы устранения
Повышенная вибрация винтового агрегата	Нарушение центровки валов винтового компрессора и электродвигателя	Выбить штифты, отцентровать агрегат и установить штифты на новые места
На масляном коллекторе винтового агрегата создается необходимый перепад давления	Засорены фильтры на нагнетании и всасывании масляного насоса	Промыть фильтры
Пульсирующая подача перекачиваемого масла; стрелка манометра резко колеблется	На всасывающей линии насоса имеются неплотности, воздух проникает во всасывающую линию насоса	Проверить негерметичность всасывающей линии и устранить неплотности
Большой шум при работе масляного насоса	Низкий уровень масла в сепараторе	Долить масло, выявить причины потерь масла и устранить их
Утечки масла через сальник масляного насоса при работе	Износ графитового кольца	Заменить графитовое кольцо

всасывающий вентиль, создавая давление после него не более 0 кгс/см^2 с контролем силы тока электродвигателя (соответственно 100 А и 200 А). Допускается регулировка путем частичного открытия золотника с контролем тока по амперметру.

При работе агрегата следят за температурой паров аммиака на всасывании обеих ступеней по термометрам, установленным во всасывающих патрубках. Температура засасываемых компрессором паров должна быть на 5—15 °С выше температуры газа в испарителе и промежуточном сосуде — по температурным шкалам мановакуумметров. Перегрев ниже указанного свидетельствует о ненормальностях в работе холодильной установки. В этом случае прикрывают всасывающий вентиль и выясняют причину ненормальной работы.

Основные неисправности винтового компрессора приведены в табл. 6.

Эксплуатация автоматизированных аммиачных одноступенчатых машин типа 1МКТ и компрессорно-конденсаторных агрегатов типа 1АК

Автоматизированные аммиачные одноступенчатые холодильные машины типа 1МКТ и компрессорно-конденсаторные агрегаты типа 1АК выпускают на базе компрессоров П110 и П220. Холодильные машины 1МКТ предназначены для работы в составе стационарных автоматизированных аммиачных холодильных установок с промежуточным хладоносителем, а компрессорно-конденсаторные агрегаты типа 1АК — для работы в аммиачных системах непосредственного охлаждения. Машина 1МКТ и агрегат 1АК работают по схеме одноступенчатого сжатия.

Электроаппаратура и приборы, устанавливаемые на машинах и агрегатах, имеют исполнение, соответствующее требованиям Правил устройства электроустановок. Электрическое сопротивление между металлическими частями машин и агрегатов, нормально не находящимися под напряжением, и заземляющим устройством — не более 0,1 МОм. Электрическое сопротивление изоляции токоведущих узлов машин и агрегатов — не менее 1 МОм. Муфта привода электродвигателя имеет ограждение. Аппараты машин и агрегатов выполнены в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. В машинах и агрегатах предусмотрены следующие виды автоматической защиты: по давлению нагнетания; по давлению кипения (в машинах); от нарушения режима смазки компрессоров; по температуре нагнетания; по превышению уровня аммиака в испарителе (в машинах).

Схема автоматизации машин и агрегатов позволяет подключать следующие виды автоматической защиты при введении их в схему управления холодильной установки: от прекращения протока охлаждающей воды (например, при остановке водяного насоса); от прекращения протока хладоносителя (в уста-

новках с рассольным охлаждением); от остановки аммиачного насоса (в установках с непосредственным охлаждением); по давлению кипения (в установках с непосредственным охлаждением); от превышения уровня жидкого аммиака в испарительной системе (в установках с непосредственным охлаждением).

Машины и агрегаты оснащены следующими устройствами безопасности: предохранительными клапанами на конденсаторе, испарителе (в машинах), и компрессоре и нагнетательными клапанами на компрессоре, срабатывающими как «ложные крышки» при попадании жидкого аммиака в цилиндры. Пульт сигнализации машин и агрегатов имеет световую расшифровывающую сигнализацию при срабатывании автоматических защит.

Все электрооборудование машины или агрегата (электродвигатели, приборы автоматики, электромагнитные вентили, металлические оболочки кабелей) должно быть заземлено.

После выполнения монтажных работ проверяют прочность и качество пайки, для чего внешним осмотром убеждаются в отсутствии ложных паек и грубых подтеков припоя; плотность винтовых соединений (от руки); наличие и правильность маркировки проводов согласно схеме электрических соединений (при этом маркировочные манжеты должны быть задвинуты до упора на пайку); качество заземления всех электрических приборов и металлических оболочек кабелей, в том числе качество пайки и винтовых соединений, а также наличие знаков заземления; наличие и качество уплотнений в сальниковых вводах приборов (внешним осмотром, от руки и при помощи слесарного инструмента); наличие металлорукавов на незащищенных участках кабелей; электромонтаж на соответствие схеме электрических соединений авометром или тестером любого типа, обращая внимание на правильность маркировки;

сопротивление изоляции электрических цепей относительно корпуса (оно должно быть не менее 1 МОм); перед проверкой отсоединяют ответные части разъемов пульта управления и блоков реле уровня; цепи с номинальным напряжением 110—220 В проверяют мегаомметром на 500 В, цепи номинальным напряжением до 30 В — мегомметром 100 В;

электрическую прочность изоляции электрических цепей относительно корпуса, отсоединив ответные части разъемов пульта управления и блоков реле уровня; при этом цепи с номинальным напряжением 110—220 В испытывают напряжением 1000 В, цепи с номинальным напряжением до 30 В — напряжением 500 В; испытательное напряжение промышленной частоты (50 Гц) подается от нуля или $^1/_3$ максимального напряжения, плавно (не менее, чем за 10 с) увеличивается до максимального, выдерживается 1 мин, после чего плавно снижается до нуля или $^1/_3$ номинального испытательного напряжения цепи (можно не испытывать электрическую прочность

изоляции при проверке сопротивления изоляции цепей с номинальным напряжением до 30 В мегомметром на 1000 В и цепей с номинальным напряжением 110—220 В — мегомметром на 2500 В);

аммиачные полости испытывают на плотность сухим воздухом с точкой росы не выше 0 °С или азотом давлением 1,6 МПа (~16 кгс/см²) в течение 7 ч; при этом допускается падение давления в течение часа не более 0,02 МПа (0,2 кгс/см²), в остальное время падение давления не допускается; в случае падения давления производится обмыливание мест соединений с подтяжкой крепежа в местах утечки воздуха.

Рекомендуется испытывать аммиачные полости на вакуум при остаточном давлении 5,3 кПа (40 мм рт. ст.) в течение 18 ч. Допускается повышение давления до 7,9 кПа (60 мм рт. ст.) в течение первых 6 ч, в остальное время повышение давления не допускается.

После выполнения проверочных и испытательных работ выполняют изоляционные работы в соответствии с проектом на установку. Перед пуском проверяют соосность валов компрессора и электродвигателя.

Подготовка машин и агрегатов к работе. Вначале проводят техническое обслуживание приборов автоматики в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на эти приборы. В случае необходимости проводят перенастройку приборов защиты (за исключением реле контроля смазки) на конкретные эксплуатационные условия работы (параметры настройки приборов защиты на заводе приведены в формуляре на изделие). В системах с промежуточным хладоносителем приготовляют водный раствор хлористого кальция, концентрация которого должна соответствовать температуре замерзания на 8 °С ниже рабочей температуры кипения, и проверяют на функционирование водяную и рассольную системы.

После этого проводят холостую обкатку компрессора в режиме местного управления в соответствии с техническим описанием на компрессор. Проводить холостую обкатку со снятыми всасывающими клапанами и разбирать механизм движения перед холостой обкаткой не рекомендуется. Вращение вала компрессора должно соответствовать направлению стрелки, нанесенной на передней крышке компрессора. Если вал вращается в противоположном направлении, немедленно останавливают компрессор и переключают обмотки электродвигателя.

Холостую обкатку проводят в течение 2 ч. Давление масла должно составлять 0,2—0,25 МПа (~2—2,5 кгс/см²). В случае появления посторонних стуков компрессор немедленно останавливают и проверяют фиксацию шатунных болтов, всасывающих клапанов, а также линейный мертвый объем между поршнем и всасывающим клапаном.

По окончании обкатки останавливают компрессор, устанав-

ливают на место нагнетательные клапаны, буферные пружины и крышки цилиндров; вакуумируют аммиачные полости до остаточного давления 5,3 кПа (40 мм рт. ст.); запускают водяные и рассольные насосы; заправляют изделие аммиаком. Заправку ведут через специальный заправочный вентиль, причем в начальный период заправляют только газообразный аммиак. В каждую конкретную холодильную машину заправляют количество аммиака, указанное в формуляре на нее. Количество аммиака, заправляемого в установку с системой непосредственного кипения, определяется эксплуатационной документацией на эту установку. Норма заправленного холодильного агента определяется при работе в режиме автоматического управления по наличию уровня в конденсаторе, причем уровень жидкости по стеклу указателя уровня должен находиться в пределах от 10 до 40 мм нижнего края стекла.

После этого проверяют исправность защиты по превышению аварийного уровня в испарителе (отделителе жидкости, дренажном ресивере), а также исправность приборов питания испарителя хладагентом. В зависимости от режима работы наносят перед пуском машины красную черту на манометрах и мановакуумметрах, определяющую предельно допустимые значения давлений. Настройку систем автоматического регулирования холодопроизводительности холодильных машин производят с учетом заданной температуры объекта охлаждения по показаниям ртутного термометра с ценой деления 0,1 °С, устанавливаемого на выходе хладоносителя из испарителя. Параметр для настройки системы автоматического регулирования в установках непосредственного охлаждения, в составе которых используется компрессорно-конденсаторный агрегат, задается проектантом этой установки.

Пуск, наблюдение за работой и останов машины (агрегата). Пуск отепленной машины (агрегата) проводят в следующей последовательности. Выясняют по суточному журналу причину последней остановки. Открывают запорную арматуру, за исключением ручного регулирующего вентиля (РРВ) и запорных вентилей на всасывании в компрессор и на линии возврата масла из маслоотделителя в компрессор. Подают напряжение силовой цепи и цепи управления. Включают водяные и рассольные насосы. Из крышек аппаратов с помощью спускных кранов выпускают воздух. Подают воду на компрессор. В изделиях с системами ступенчатого регулирования производительности переводят на блоке регулирования переключатели ВК1, ВК2 и ВК3 в положение «Автомат». Переключатель ВК4 переводят в нижнее положение. На пульте управления переключатель «Род работы» переводят в положение «Автомат» и нажимают кнопку «Схема готова», а затем кнопку «Пуск». Убедившись через 15—30 с по дифференциальному манометру, что давление в системе смазки находится в пределах 0,2—

0,25 МПа (~2—2,5 кгс/см²), начинают открывать запорный вентиль на всасывании в компрессор, поддерживая давление в картере компрессора 0,15—0,25 МПа (~1,5—2,5 кгс/см²). Ручной регулирующий вентиль открывают постепенно, поддерживая перегрев на всасывании в компрессор 5—10 °С. По достижении заданного режима работы дополнительно приоткрывают РРВ на 0,5 оборота. Через 30—40 мин после запуска открывают запорную арматуру на линии возврата масла из маслоотделителя в компрессор.

Работа компрессора должна соответствовать параметрам, указанным в инструкции по обслуживанию компрессора. Перегрев на всасывании, определяемый как разность температуры всасывания и температуры кипения, соответствующей давлению кипения, должен находиться в пределах 5—10 °С. Температура конденсации, определяемая по давлению, должна превышать температуру охлаждающей воды на выходе из конденсатора, не более чем на 6 °С. В машинах температура хладоносителя на выходе из испарителя должна превышать температуру кипения, определяемую по давлению, не более чем на 6 °С. При этом расходы охлаждающей воды и хладоносителя должны соответствовать данным, указанным в формуляре. Уровень жидкого аммиака в конденсаторе должен находиться в пределах 10—40 мм от нижнего края смотрового стекла указателя уровня.

Нормальная работа автоматического питания испарителя холодильной машины. При нормальной работе системы питания испарителя холодильным агентом поддерживаются стабильными перегрев на всасывании и уровень жидкого аммиака в конденсаторе. При работе в автоматическом режиме точность поддержания температуры на выходе из испарителя в зависимости от величины настройки должна составлять ±(0,2+ +1,0) °С в машинах со ступенчатым регулированием производительности и ±(1—3)°С в машинах с двухпозиционным регулированием.

Наблюдение за работающим оборудованием может осуществляться дежурным оператором из помещения диспетчерской по дистанционному пульту сигнализации. Периодически, через 2—3 ч, но не реже чем два раза в смену, необходимо проводить контроль состояния оборудования в машинном зале.

Перечень параметров для наблюдения и контроля работающего оборудования: давление кипения (всасывания), давление конденсации (нагнетания), давление в системе смазки компрессора, температура всасывания, температура нагнетания, температура охлаждающей воды на входе в конденсатор, температура хладоносителя на выходе из испарителя (в машинах), уровень жидкого аммиака в конденсаторе, уровень масла в конденсаторе, перегрев на всасывании.

Дополнительно рекомендуется при каждой контрольной про-

верке обращать внимание на наличие масляных подтеков и запаха аммиака, свидетельствующих о нарушении герметичности. Кроме того, систематически, не реже раза в смену, необходимо контролировать исправность работы устройства возврата масла из маслоотделителя в компрессор. Маслопровод между регулятором и блок-картером компрессора на ощупь не должен быть горячим.

Останов для проведения профилактических осмотров и ремонтных работ производят в следующем порядке: закрывают запорную арматуру на линии возврата масла; закрывают ручной регулирующий вентиль; закрывают запорный вентиль на всасывании; на пульте управления нажимают на кнопку «Стоп» и переводят переключатель «Род работы» в положение «Отключено»; останавливают водяной и рассольный насосы; закрывают всю запорную арматуру, за исключением запорных устройств на манометрах и указателе уровня конденсатора; снимают напряжение силовой цепи и цепи управления.

Основные отклонения от нормальной работы машины (агрегата), их причины и способы устранения указаны в табл. 7.

При возникновении опасности аварийной ситуации (например, механическая поломка компрессора или утечка большого количества аммиака из-за разгерметизации изделия) останавливают компрессор при помощи кнопки «Стоп» на пульте управления или аварийных выключателей, установленных в диспетчерской и около выходов из машинного зала. В исходное состояние арматуру приводят после обесточивания силового оборудования и включения аварийной вентиляции.

Виды, периодичность и содержание технического обслуживания. Безотказная и безаварийная работа холодильных машин обеспечивается своевременным и качественным проведением технического обслуживания. Техническое обслуживание компрессора, входящего в состав машины (агрегата), проводится в соответствии со структурой планово-предупредительных работ и указаниями по обслуживанию, приведенными в инструкции на компрессор. Обслуживание комплектующих приборов автоматики должно проводиться в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на эти приборы.

Текущее техническое обслуживание включает периодические проверки работающего оборудования (не реже двух раз в смену), дозаправку компрессора маслом в соответствии с указаниями инструкции на компрессор, слив масла из испарителя (через 200—250 ч непрерывной работы), проверку утечек аммиака через фланцевые соединения и сальники арматуры (не реже раза в неделю и устранение утечек), дозаправку аммиака в систему по мере необходимости.

При профилактическом техническом обслуживании одновременно с профилактическим осмотром компрессора проводят следующие работы: демонтаж, осмотр и промывка жидкостного

Таблица 7. **Неисправности, их причины и способы устранения**

Неисправность	Причина	Способ устранения
Пониженный (менее 5 °С) перегрев на всасывании в компрессор	Неисправный полупроводниковый регулятор уровня в системе питания испарителя хладагентом	Проверить сопротивление изоляции регулятора уровня, герметичность поплавка датчика регулятора уровня; заменить неисправный узел
	Неисправный электромагнитный вентиль	Проверить сопротивление изоляции катушки, продуть разгрузочное отверстие, проверить целостность мембраны; заменить неисправный узел
Повышенное давление конденсации	Загрязнены трубки конденсатора со стороны воды	Произвести очистку трубок конденсатора
	Воздух в системе	Удалить воздух из конденсатора
	Перетечки воды в крышках конденсатора	Заменить прокладки на перегородках крышек
	Мал расход охлаждающей воды на конденсатор	Увеличить расход до номинального
	Обратный клапан не открылся на полный проход из-за механического заедания	Разобрать и осмотреть клапан, устранить неисправность
Пониженное давление всасывания, сопровождающееся повышением уровня жидкого аммиака в конденсаторе	Засорился фильтр на трубопроводе жидкого аммиака	Разобрать фильтр, промыть керосином и продуть воздухом фильтрующий элемент
	Неисправный полупроводниковый регулятор уровня	Проверить сопротивление изоляции регулятора уровня, герметичность поплавка датчика регулятора уровня. Заменить неисправный узел
	Неисправный электромагнитный вентиль	Проверить сопротивление изоляции катушки, продуть разгрузочное отверстие, проверить целостность мембраны. Заменить неисправный узел
Увеличенный угон масла из компрессора	Вышел из строя узел возврата масла на маслоотделителе	Разобрать и осмотреть регулятор, устранить неисправность
Повышенная вибрация изделия	Не затянуты болты на опорах	Затянуть болты
	Нарушена центровка валов электродвигателя и компрессора	Произвести центровку валов

Продолжение табл. 7

Неисправность	Причина	Способ устранения
Понижение уровня жидкого аммиака в конденсаторе при автоматических остановках изделия	Не закрывается обратный клапан	Разобрать и осмотреть клапан, устранить неисправность
	Неисправный электромагнитный вентиль	Проверить сопротивление изоляции катушки, продуть разгрузочное отверстие, проверить целостность мембраны. Заменить неисправный узел
Понижение уровня жидкого аммиака в конденсаторе при работе в стационарном режиме	Недостаточное количество аммиака в системе вследствие потерь при проведении технического обслуживания	Дозаправить аммиак в систему
	Утечка аммиака через штуцерные соединения и сальники арматуры	Подтянуть крепежные детали штуцерных соединений, подтянуть и при необходимости заново набить сальники арматуры
	Утечка аммиака через вальцовку теплообменных трубок аппаратов	В пробах охлаждающей воды и хладоносителя при помощи лакмусовой бумаги определить наличие аммиака. Снять крышки аппаратов, обмылить трубные решетки. Обнаруженную утечку устранить при помощи ручной вальцовки

фильтра и устройства возврата масла на маслоотделителе; проверка герметичности обратного клапана без его демонтажа; проверка присутствия воздуха в конденсаторе и его удаление; подтяжка крепежных деталей на опорах, фланцевых и ниппельных соединений; определение присутствия аммиака в пробах охлаждающей воды и хладоносителя; проверка на срабатывание защиты от превышения уровня жидкого аммиака в испарителе.

При проведении малых, средних и капитальных ремонтов компрессора в дополнение к профилактическому техническому обслуживанию проводятся следующие работы: замена прокладок в затворе и перетарировка предохранительных клапанов; очистка теплообменных трубок аппаратов; проверка герметичности вальцовки теплообменных аппаратов; замена вышедших из строя прокладок.

Техническое переосвидетельствование сосудов, техническое обслуживание приборов КИП, техническое обслуживание электрических приборов, устройств и электрических силовых цепей и цепей управления и перестройка приборов защиты должны производиться в соответствии с существующими правилами,

требованиями эксплуатационной документации, а также проектной документации на холодильную установку.

Профилактическое обслуживание приборов автоматики вне зависимости от часов наработки рекомендуется производить в сроки, указанные в табл. 8.

При длительной безостановочной работе компрессора на поверхности направляющей обратного клапана происходит осаждение смолистых частиц, образующихся из масла при высоких температурах нагнетания, что может привести к нарушению нормальной работы клапана из-за заеданий штока и, как следствие, к потере клапаном герметичности.

Нормальную работу клапана вначале проверяют по открытию и закрытию. Для этого запускают машину (агрегат), вы-

Таблица 8. Периодичность профилактического обслуживания приборов автоматики

Прибор	Периодичность обслуживания	Содержание работы
Пульт управления	Раз в месяц	Контрольные функциональные проверки сопротивления изоляции токонесущих узлов
Блок регулирования производительности	Раз в 10 дней	Контроль работы, испытания сопротивления изоляции токонесущих узлов, чистка контактов
Термореле регулирования производительности	То же	Контроль работы, чистка контактов, проверка надежности крепления проводов к клеммам
Термореле защитное по температуре нагнетания	»	Чистка контактов, проверка надежности крепления проводов к клеммам, проверка настройки прибора
Реле давления	»	То же
Реле контроля смазки	»	»
Полупроводниковое реле уровня в системе питания испарителя аммиаком	Раз в 10 дней	Контроль работы, продувка камеры датчика от грязи и масла; испытания сопротивления изоляции токонесущих узлов
Полупроводниковое реле уровня защиты от превышения уровня в испарителе	»	Контроль срабатывания при имитации повышения уровня в испарителе за счет принудительной подачи жидкости в колонку датчиков при закрытом нижнем запорном вентиле, на колонке. Продувка камер датчиков от грязи и масла, испытание сопротивления изоляции токонесущих узлов
Электромагнитный вентиль	»	Испытания сопротивления изоляции катушки, прочистка железного сердечника, продувка уравнительных отверстий, контроль работы по указателю уровня на конденсаторе и контрольной лампе на катушке

водят в нормальный режим работы и убеждаются по соответствующим манометрам в том, что разность давлений нагнетания и конденсации не превышает 0,02—0,03 МПа (~0,2—0,3 кгс/см²), что свидетельствует о нормальном открытии клапана. Кнопкой «Стоп» на пульте управления останавливают компрессор, при этом запорные вентили на всасывании и нагнетании не закрывают. Обратный клапан должен закрыться, что можно определить по выравниванию давлений всасывания и нагнетания примерно через 10 мин после остановки компрессора. После этого закрывают всасывающий вентиль и оставляют в таком положении компрессор в течение одного часа. Если за это время давление в картере компрессора не повысится, то обратный клапан допускается к дальнейшей работе. При потере клапаном герметичности его следует разобрать, очистить от налета все детали и промыть. Собирают клапан и проверяют его на герметичность в той же последовательности.

Тарировку предохранительных клапанов проводят не реже раза в год независимо от наработки машины (агрегата). Осмотр и тарировку предохранительных клапанов проводят также после каждого срабатывания клапана. Тарировку осуществляют вращением регулирующей гайки. При разборке клапана заменяют резиновую и фторопластовую прокладки. Клапан конденсатора тарируют на начало открытия при давлении 2 МПа (~20 кгс/см²), клапан испарителя — на начало открытия при 1,6 МПа (~16 кгс/см²).

Подготовка холодильных установок к переходу на периодическое обслуживание

При комплексной автоматизации холодильные установки холодопроизводительностью не более 580 кВт (500000 ккал/ч), укомплектованные холодильными машинами типов УА, АМ, АК, КСА, Р и РБ, имеющие схемы охлаждения с использованием хладоносителей (вода, рассол), целесообразно переводить на периодическое обслуживание по опыту Курганского объединения молочной промышленности.

Периодическое обслуживание холодильных установок — это посещение персоналом (не чаще раза в сутки) холодильной установки для профилактического контроля режима работы, состояния оборудования и средств автоматизации, утечки хладагента и выполнения операций по регулировке, настройке, ремонту оборудования и средств автоматики, оттаиванию снеговой шубы, выпуску масла, заправке хладагента. Периодичность посещения устанавливается практически в зависимости от состояния установки и ее элементов.

Применение периодического обслуживания позволяет улучшить условия труда, уменьшить численность рабочих и получить значительный экономический эффект.

При периодическом обслуживании в машинном и аппаратном отделениях должны быть установлены сигнализаторы концентрации паров аммиака в воздухе. Сигнализатор должен отключать электроснабжение аммиачной холодильной установки при концентрации паров аммиака в воздухе контролируемого помещения, превышающей 1,5 мг/л, включать аварийную вентиляцию, световую и звуковую сигнализацию.

Подготовка холодильных установок к работе в полностью автоматическом режиме с периодическим обслуживанием должна включать заправку системы дозированным количеством аммиака, при котором не происходит выброса жидкого аммиака из испарителя во всасывающий трубопровод компрессора при резкопеременных тепловых нагрузках или отказе приборов автоматики — датчиков уровня или исполнительных механизмов (так, при правильной заправке холодильных установок типа КСА весь аммиак находится в испарителе, что обеспечивает перегрев паров на всасывании в компрессор не ниже 5 °С). Таким образом, в таких установках при любых ситуациях (пропуски жидкого аммиака через поплавковый регулятор уровня высокого давления или соленоидный вентиль) и любых колебаниях тепловой нагрузки не могут произойти влажный ход и гидравлический удар в компрессоре. Это обеспечивается правильной зарядкой аммиаком холодильной установки. Поэтому предусматривать аварийные реле уровня на отделителях жидкости (сосудах, их заменяющих) таких установок необязательно.

Установки должны заряжаться строго определенным количеством жидкого аммиака. При первоначальном заполнении установки это достигается зарядкой жидкого аммиака в количестве, определенном заводской инструкцией. При пополнении установки аммиаком в процессе эксплуатации (о необходимости пополнения свидетельствует увеличенный перегрев паров аммиака на всасывании) следует постепенно добавлять жидкий аммиак в испарительную систему. Пополнять систему аммиаком необходимо при максимально возможной в процессе эксплуатации нагрузке на испарительную систему. При этом перегрев паров аммиака на всасывании в компрессор должен быть не менее указанного в п. 11.1.5. Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок. Во избежание переполнения установки с дозированной зарядкой аммиака из-за перераспределения аммиака не разрешается объединять отдельные установки между собой мостами переключений.

Требования к устройству установок с дозированной зарядкой аммиака и различными системами охлаждения приведены ниже.

Для установок с промежуточным хладоносителем (рассол, вода и др.) линейный и дренажный ресиверы не требуются. Ре-

сиверы могут находиться в машинном зале, но не должны быть присоединены трубопроводами к установке. Для выпуска жидкости или пополнения системы они могут на время подключаться к установке, но затем должны быть отключены. Жидкий аммиак из конденсатора направляют в испаритель через поплавковый регулятор высокого давления или с помощью соленоидного вентиля и реле уровня. Для повышения энергетической эффективности и безопасности эксплуатации холодильных установок с дозированной зарядкой аммиака для систем с резкопеременными тепловыми нагрузками рекомендуется установка аккумулятора холода. При этом система должна быть двухконтурной: испаритель — аккумулятор и аккумулятор — потребители холода. Насосы, подающие хладоноситель к потребителям холода (кроме камер), включаются по мере необходимости работниками технологического цеха. Насосы, обеспечивающие циркуляцию хладоносителя между испарителем и аккумулятором, включаются одновременно с холодильной машиной по температуре в аккумуляторе или по давлению (температуре) кипения аммиака.

Для установок с непосредственным кипением аммиака не требуется линейный ресивер. Жидкий аммиак из конденсатора подается в испарительную систему через поплавковый регулятор высокого давления или посредством соленоидного вентиля и реле уровня. В схеме холодильной установки должна быть предусмотрена возможность возврата жидкого аммиака, накапливающегося в защитном сосуде (например, питание дополнительных охлаждающих устройств). Для работы при низких температурах кипения могут применяться двухступенчатые установки каскадного типа с дозированной зарядкой аммиака с испарителем-конденсатором специальной конструкции. При этом должна быть исключена возможность попадания аммиака из одной ступени в другую.

Автоматизация холодильных установок с дозированной заправкой аммиака позволяет осуществлять безопасную и экономичную их эксплуатацию с периодическим обслуживанием.

Эксплуатация аппаратов и вспомогательного оборудования

Конденсаторы. При эксплуатации конденсаторов необходимо правильно регулировать подачу охлаждающей воды или воздуха, вести наблюдение за ее температурой, устранять утечки воды во фланцевых соединениях и сальниках вентилей, удалять из конденсаторов воздух и неконденсирующиеся газы, своевременно очищать теплопередающие поверхности от загрязнений.

О количестве воды, подаваемой на конденсатор, судят по температуре ее нагрева. Допустимый нагрев воды в горизонтальных кожухотрубных конденсаторах 4—8 °С, вертикальных

кожухотрубных 2—4 °С, оросительных конденсаторах 2—3 °С, воздуха в воздушных конденсаторах 5—9 °С. При прямоточном водоснабжении и высокой стоимости воды допускается нагрев ее в кожухотрубных конденсаторах до 12 °С.

Выпуск масла из конденсатора проводят не реже 1 раза в месяц через маслосборник, воздуха — периодически, по мере накопления, через воздухоотделитель. Наличие в воде хладагента проверяют ежемесячно с помощью индикаторной бумаги. Пропуски устраняют при эксплуатации и в процессе ремонта. Во время ремонта из конденсатора полностью удаляют масло путем продувки сжатым воздухом и очищают теплопередающие поверхности от загрязнений и водяного камня.

При эксплуатации испарительных конденсаторов и градирен постоянно увеличивается концентрация солей в циркулирующей воде, поэтому через каждые 3—4 дня спускают всю воду из поддона. Испарительные конденсаторы эксплуатируются в среде с повышенной влажностью, в связи с чем принимают меры по защите их от коррозии.

Во время эксплуатации конденсаторов регулярно проверяют состояние арматуры предохранительных клапанов и приборов автоматического контроля, а также герметичность сварных швов, фланцевых соединений и сальников запорных вентилей.

Запорный жидкостный и газовый вентили на конденсаторе и вентиль на уравнительной линии, соединяющей ресивер с конденсатором, должны быть запломбированы в открытом положении.

Испарители. При эксплуатации испарителей необходимо следить за температурой, плотностью, чистотой, уровнем и протоком рассола, работой мешалки и насоса, герметичностью соединений труб и состоянием маслоотстойника, в котором не должно скопляться излишнее масло. В случае эксплуатации кожухотрубного испарителя надо наблюдать также за циркуляцией рассола, так как прекращение циркуляции может привести к замерзанию рассола в трубах.

Если нет циркуляции рассола, следует немедленно прекратить подачу жидкого хладагента в испаритель. В кожухотрубных испарителях циркуляция рассола должна прекращаться не сразу после остановки компрессора, а несколько позже.

Концентрацию рассола поддерживают такой, чтобы исключалась возможность образования ледяных пробок и выпадения соли. В закрытых испарителях температура начала замерзания рассола должна быть на 8 °С ниже температуры кипения хладагента, в испарителях открытого типа — на 5 °С. Концентрацию рассола определяют с помощью ареометра, измеряющего плотность, и по справочным таблицам в зависимости от плотности рассола находят точку его замерзания. Использование рассола большей концентрации, чем требуется, приводит к перерасходу электроэнергии насосом за счет увеличения плотности и вязко-

сти рассола и компрессором из-за ухудшения теплообмена в испарителе и необходимости поддерживать более низкую температуру кипения. Периодическая фильтрация рассола производится во избежание ухудшения теплообмена и засорения устройств автоматического регулирования.

Для более полного использования теплопередающей поверхности со стороны рассола в кожухотрубных испарителях из них периодически удаляют воздух через воздушные краны на крышках. В рассол добавляют специальные вещества, замедляющие процесс коррозии. Анализ рассола на присутствие в нем аммиака производят 1 раз в месяц. Необходимо постоянно следить за чистотой рассола. При обмерзании охлаждающих поверхностей, погруженных в рассол, следует увеличить концентрацию рассола. Из маслоотстойника испарителя выпускают масло 2—3 раза в месяц. Перед выпуском масла испаритель отепляют горячими парами хладагента или теплым рассолом. Отепление испарителя позволяет удалить масло, чего нельзя добиться при работе испарителя из-за большой вязкости масла при низкой температуре.

Безопасность и эффективность работы испарителя в значительной степени зависят от правильного регулирования количества подаваемого в него жидкого хладагента. Подачу жидкого хладагента в испаритель регулируют так, чтобы достигался требуемый уровень его заполнения. Кожухотрубные испарители должны быть заполнены жидким хладагентом до оси третьего ряда труб, вертикально-трубные — до нижней образующей верхнего коллектора.

Степень заполнения контролируют визуально по обмерзанию индикаторной трубки или по показаниям приборов автоматического контроля уровня. При одноиспарительной системе о степени заполнения судят по температуре перегрева всасываемых паров.

При включении испарителя в работу проверяют, открыты ли необходимые вентили на нем и трубопроводах, наличие смазочного масла в подшипниках мешалки, насоса и их электродвигателях. Пускают в работу мешалку и открывают регулирующий вентиль для подачи хладагента. После достижения необходимой температуры рассола включают рассольный насос. У кожухотрубного испарителя насос включают до пуска компрессора, после чего открывают регулирующий вентиль.

Подключать испаритель к работающему компрессору надо очень осторожно, при закрытом всасывающем вентиле компрессора. Если к компрессору, работающему на один испаритель, подключают отепленный испаритель, то для предотвращения аварии прекращают подачу жидкого хладагента в работавший испаритель, закрывают всасывающий вентиль компрессора, осторожно открывают всасывающий вентиль отепленного испарителя. После этого постепенно открывают всасывающий вен-

тиль компрессора, не допуская влажного хода, и регулируют подачу хладагента в испарители.

В отключенном испарителе в результате притока теплоты от окружающего воздуха температура и давление паров хладагента постепенно увеличиваются. В момент подключения к работающей системе в нем происходит резкое снижение давления и бурное кипение оставшегося жидкого хладагента, вследствие чего жидкость может попасть во всасывающий трубопровод и в цилиндр компрессора, вызвав гидравлический удар.

Рассмотрим порядок подключения испарителя *Б* (рис. 23) к компрессору, работающему на испаритель *А*. Для того чтобы не допустить аварии, вначале прекращают подачу жидкого хладагента на испаритель *А*, закрыв регулирующий вентиль *1*; затем закрывают запорный всасывающий вентиль испарителя *А*. После этого открывают запорный всасывающий вентиль компрессора и некоторое время отсасывают из испарителя *Б* пары хладагента. Далее приоткрывают регулирующие вентили *1* и *2* и регулируют количество подаваемого жидкого хладагента в испарители.

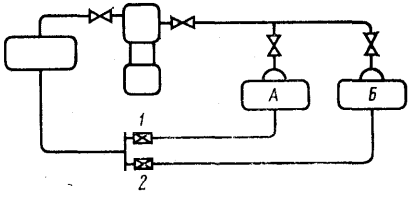


Рис. 23. Схема подключения испарителя Б к компрессору, работающему на испаритель А

При эксплуатации испарителя замеряют температуру рассола при входе и выходе его, следят за температурами кипения по мановакуумметру, а также за температурой перед регулирующим вентилем и температурой всасывания — по термометрам.

Ресиверы. Рабочее заполнение линейного ресивера жидким хладагентом составляет 50 %. Уровень хладагента в нем зависит от тепловой нагрузки на испарительную систему. При увеличении тепловой нагрузки повышается интенсивность парообразования, вследствие чего количество жидкого аммиака в испарительной системе уменьшается, а в линейном ресивере увеличивается. С уменьшением тепловой нагрузки интенсивность кипения уменьшается, заполнение испарительной системы жидким хладагентом увеличивается, а уровень его в линейном ресивере снижается.

При эксплуатации линейного ресивера контролируют давление в ресивере, которое не должно превышать 1,5 МПа (~15 кгс/см²) и 2 МПа (~20 кгс/см²) — для нового оборудования, у которого $p_{раб}=20$ кгс/см², если это оборудование не работает совместно со старым; контролируют минимально и максимально допустимые уровни жидкого аммиака; проверяют наличие воздуха и неконденсирующихся газов и удаляют их из аппарата; периодически выпускают масло в маслосборник, а в период ремонта полностью удаляют его продувкой; прово-

дят техническое освидетельствование аппарата; проверяют состояние предохранительных клапанов.

Уровень жидкого хладагента контролируют визуально по указательному стеклу и по показаниям приборов автоматического контроля уровня. В процессе эксплуатации линейного ресивера наблюдают за герметичностью соединений и сальников запорной арматуры, давлением срабатывания и состоянием предохранительных клапанов, удаляют скопившиеся в нем масло и воздух, периодически проверяют приборы автоматического контроля.

Рабочее заполнение горизонтального и вертикального циркуляционных ресиверов 30 %. Уровень жидкого хладагента контролируют по показаниям приборов автоматического контроля уровня. Обслуживание циркуляционных ресиверов сводится к поддержанию в них определенного уровня жидкого хладагента, который обеспечивает надежную работу циркуляционных насосов и исключает поступление в компрессор влажного пара, а также к наблюдению за работой аммиачных насосов, герметичностью системы и сальников запорной арматуры, предохранительных клапанов и состоянием приборов автоматического контроля.

В процессе эксплуатации циркуляционного ресивера контролируют давление и уровень аммиака, периодически перепускают масло в маслосборник, в установленные сроки производят техническое освидетельствование, проверяют состояние предохранительных клапанов и исправность мановакуумметра.

При эксплуатации защитного ресивера контролируют давление паров и уровень жидкого аммиака в аппарате, перепускают жидкий аммиак по мере его накопления в дренажный ресивер или испарительную систему, в установленные сроки проводят техническое освидетельствование, проверяют состояние предохранительных клапанов и исправность мановакуумметра.

В процессе эксплуатации дренажного ресивера наблюдают за уровнем жидкого аммиака при сливе его из испарительной системы, циркуляционных ресиверов или других аппаратов холодильной установки, контролируют уровень при освобождении ресивера от жидкого аммиака с использованием паров высокого давления; периодически перепускают масло в маслосборник; проводят техническое освидетельствование в установленные сроки; проверяют состояние предохранительных клапанов и исправность мановакуумметра.

Перед снятием снеговой шубы из дренажного ресивера предварительно отсасывают пары хладагента до давления всасывания. Ресивер заполняют на 70% его объема. Хладагент возвращают в батареи непосредственного охлаждения только после удаления масла из отстойника ресивера в маслосборник. Использование дренажного ресивера для длительного хранения хладагента не разрешается.

Линейные, дренажные, циркуляционные и защитные (горизонтальные) ресиверы во время эксплуатации не должны заполняться более чем на 80 %, вертикальные циркуляционные и защитные ресиверы — на 70 %.

Переохладители. При обслуживании переохладителей следят за подачей охлаждающей воды, проверяют герметичность соединений аммиачной и водяной систем. Температура жидкого аммиака после переохладителя должна быть на 1,5—3 °С выше температуры свежей воды.

Промежуточные сосуды. При обслуживании промежуточных сосудов следят за уровнем жидкости в них (вертикальные должны быть заполнены примерно на 30 %, горизонтальные — на 50 %) по указательной трубе или показаниям приборов автоматического контроля уровня, так как значительное повышение уровня может привести к гидравлическому удару. Следят также за состоянием арматуры, установленной на сосуде, предохранительных клапанов, не допуская пропусков хладагента через сальники запорной арматуры, периодически измеряют температуру жидкого хладагента на входе в змеевик и на выходе из него. Если уровень жидкости в промежуточном сосуде регулируется автоматически, систематически контролируют исправность работы установленных приборов.

Отделители жидкости. В процессе эксплуатации отделителей жидкости необходимо не допускать появления жидкого хладагента в отделителе жидкости (при верхнем его расположении в безнасосных системах), из которого не осуществляется непосредственный отсос паров компрессором; следить за уровнем жидкого хладагента в отделителе жидкости, из которого компрессором осуществляется непосредственный отсос паров хладагента и который используется также для питания охлаждающих устройств; контролировать давление паров хладагента в аппарате; проводить техническое освидетельствование отделителя жидкости в установленные сроки; проводить проверку состояния предохранительных клапанов (для отделителей жидкости марок ОЖ-350 и ОЖ-400); проверять исправность мановакуумметра.

При обслуживании отделителя жидкости необходимо следить за состоянием арматуры и регулярно выпускать масло из сборника. Если на отделителе жидкости установлен дистанционный указатель или другой прибор сигнализации уровня, необходимо каждую смену проверять исправность их действия.

Воздухоохладители. Перед пуском воздухоохладителей проверяют исправность воздушных каналов, распределение воздуха по камере, положение шиберов в воздушных каналах, плотность закрытия люков, шиберов и дверей воздухоохладителя, необходимое заполнение его жидким хладагентом, отсутствие утечек хладагента или рассола, наличие смазки в подшипниках вентиляторов и электродвигателей, натяжение рем-

ней. После этого проворачивают от руки вентиляторы и открывают вначале всасывающий, а затем жидкостные вентили для подачи аммиака или задвижки для подачи рассола в батареи воздухоохладителя и включают в работу вентилятор.

Во время работы воздухоохладителя наблюдают за работой вентилятора и электродвигателя, периодически смазывая их подшипники, а также за циркуляцией воздуха через воздухоохладитель в охлаждаемое помещение. При безнасосной схеме подача жидкого хладагента регулируется по его уровню в воздухоохладителе или по перегреву пара. В насосной схеме контролируется равномерное поступление хладагента во все установленные воздухоохладители по их обмерзанию. По мере нарастания снеговой шубы проводят оттаивание воздухоохладителя горячими парами хладагента, теплым рассолом или электрическим способом, разработанным во ВНИКТИхолодпроме, а также орошением поверхности батарей водой или специальными составами.

Во время текущего ремонта очищают внутреннюю поверхность батарей от масла и других загрязнений продуванием воздуха. Мокрый воздухоохладитель с цилиндрическими кольцами включают в работу так же, как и сухой. При обслуживании мокрого воздухоохладителя проверяют концентрацию и температуру рассола, которая должна быть на 5—6 °С ниже температуры воздуха камеры.

Центробежные насосы. Перед пуском насоса необходимо его осмотреть и убедиться, что он находится в исправном состоянии, имеет необходимые контрольно-измерительные приборы, ремень или муфтовое соединение имеют исправное защитное ограждение, а подшипники насоса и электродвигателя — достаточную смазку. Следует повернуть вал насоса вручную и в случае сильной затяжки сальника ослабить его. Колесо насоса (при пуске) должно вращаться в направлении, указанном стрелкой на кожухе насоса.

После этого рабочую полость заполняют перекачиваемой жидкостью. Если уровень перекачиваемой воды или рассола выше уровня насоса, то выпускают воздух из насоса через специальный вентиль и открывают всасывающую задвижку; нагнетательная задвижка должна быть закрыта. При закрытой нагнетательной задвижке насос должен работать не более 1—2 мин во избежание нагрева или вскипания жидкости в насосе и выхода из строя его подшипников. Когда насос достигнет полной частоты вращения, открывают нагнетательную задвижку, наблюдая за показаниями амперметра. Если же уровень воды или рассола ниже уровня насоса, то перед пуском его следует залить путем кратковременного открытия нагнетательного вентиля или через воронку. Работу насосов регулируют путем частичного закрытия нагнетательной задвижки или изменением частоты вращения насоса.

Обслуживание насоса сводится в основном к наблюдению за состоянием набивки сальника и смазкой подшипников. При слабой затяжке сальника могут происходить подсос и утечка подаваемой насосом жидкости, при сильной затяжке — чрезмерный нагрев вала и сальника насоса. Поэтому затяжка сальника должна быть нормальной. При утечке жидкости через сальник надо уплотнить сальниковую набивку подтяжкой нажимной втулки. Если это не помогает, надо заменить набивку, предварительно закрыв задвижки на всасывающем и нагнетательном трубопроводах насоса. В качестве набивки применяют хлопчатобумажный шнур, пропитанный техническим вазелином или машинным маслом. Шнур режут на куски, которые вставляют в сальник в виде колец. Стыки колец располагают вразбежку.

Подшипники насоса смазывают тавотом с помощью масленки. В насосах с кольцевой смазкой выносные подшипники смазывают машинным маслом. Во время работы насоса кольцо должно вращаться вместе с валом. Смазка подшипников герметичных насосов осуществляется перекачиваемой жидкостью.

В случае попадания в насос посторонних предметов он прекращает подачу жидкости, поэтому надо постоянно следить за чистотой рассола в баке и состоянием фильтра на всасывающем трубопроводе насоса. При отклонении показаний контрольно-измерительных приборов от нормальных надо выявлять и немедленно устранять причины неисправной работы насоса. Если в насосе появился треск или стук, необходимо остановить насос, сообщить об этом механику и записать в суточный журнал работы компрессорного цеха причину остановки насоса.

При неисправности водяных насосов давление конденсации может повыситься до недопустимой величины, что вызовет необходимость в аварийной остановке компрессоров. При выходе из строя рассольных насосов прекратится подача охлажденного рассола в технологическое оборудование (эскимогенераторы, фризеры), систему рассольного охлаждения и мокрые воздухоохладители; температура рассола, находящегося в трубах кожухотрубного испарителя, начнет быстро понижаться (при работающем компрессоре), что может привести к замерзанию рассола и разрушению труб испарителя.

Температура подшипников у насосов и электродвигателей не должна превышать 60—70 °С. Если корпус насоса нагревается вследствие трения рабочего колеса о крышку насоса, надо уменьшить осевой ход вала или под крышку подложить прокладку. Грязное масло из корпусов подшипников удаляют через каждые 800—1000 ч работы насоса. Показания контрольно-измерительных приборов записывают в суточный журнал работы компрессорного цеха.

При остановке насоса закрывают нагнетательную задвижку, выключают электродвигатель, закрывают всасывающую за-

движку и вентили у манометров. В зимнее время при остановке насоса необходимо спустить воду из трубопроводов, проходящих снаружи помещений, и из насоса, если он находится в неотапливаемом помещении. На каждой холодильной установке должны быть предусмотрены резервные водяные насосы, а при наличии испарителя — резервные рассольные насосы. Исправность резервных насосов проверяют при приеме смены кратковременным пуском их в работу.

Центробежные аммиачные насосы должны иметь подпор (1,5—1,8 м), исключающий парообразование перед насосом. Меньшая величина гидростатического давления жидкости на всасывании может вызвать кавитацию и срыв работы насоса. К таким же последствиям приводит большое значение падения давления во всасывающем трубопроводе, причинами чего могут быть недостаточное сечение трубопровода, его большая протяженность и плохая теплоизоляция, а также значительное количество масла в перекачиваемом аммиаке при его низкой температуре.

Если аммиачный насос не работает, в нем и его всасывающем трубопроводе может скопиться масло. При пуске такого насоса происходит перегрузка электродвигателя, так как масло при низкой температуре имеет большую вязкость. Выпуск масла из всасывающего трубопровода и насоса перед его пуском проводят через специально предусмотренную линию в маслосборник. Применяемые аммиачные насосы ЗЦ-4 и ЗЦ-4А имеют торцевой металлический сальник. В сальниковую камеру подается масло, которое служит гидравлическим затвором. При обслуживании таких насосов наблюдают за уровнем масла в бачках для питания сальникового уплотнения, показаниями манометров [давление в нагнетательном трубопроводе должно быть на 280 кПа ($\sim$2,8 кгс/см^2) выше давления в системе], нагревом и смазкой подшипников насосов и электродвигателей, а также герметичностью разъемных соединений, состоянием сальников насосов и запорной арматуры.

Вентиляторы. Перед пуском вентилятора необходимо его осмотреть и убедиться, что ремень или муфта имеют исправное защитное ограждение. Затем надо провернуть вручную электродвигатель с вентилятором и проверить, нет ли заедания в подшипниках и трения колес вентилятора о кожух. Температура подшипников вентилятора и электродвигателя не должна превышать 60—70 °С. Вентилятор должен вращаться в направлении, указанном стрелкой на его кожухе. При наличии треска и стука вентилятор следует немедленно остановить.

Если вентиляторы работают в условиях низких температур и высокой относительной влажности, при их остановке возможны обмерзание и заклинивание движущихся частей. Пуск заклиненного вентилятора может вызвать сгорание обмоток электродвигателя вследствие перегрузки. Если электродвига-

тель, находящийся в такой среде, длительное время не работает, то возможно отсыревание обмоток и ухудшение состояния их электрической изоляции. В случае подачи напряжения на такой электродвигатель происходит сгорание его обмоток. Поэтому перед пуском электродвигателя после длительной остановки его необходимо проверять мегаомметром качество электроизоляции.

Эксплуатация приборов автоматики

Регулярное наблюдение, своевременное устранение неполадок и периодическая проверка работоспособности приборов — необходимые условия надежной работы систем автоматики. Приборы и средства автоматики проверяют перед их установкой и в процессе эксплуатации. Измерительные и автоматические приборы проверяют в мастерской, оборудованной соответствующими стендами и оснащенной набором контрольных приборов, который должен включать:

два комплекта лабораторных термометров ТЛ-4 № 1—8 с ценой деления шкалы 0,1 °С и пределами шкал от —30 до 200 °С;

комплект образцовых пружинных манометров типа МО класса 0,4 с пределами шкал от 0,1 до 4 МПа (~1—40 кгс/см²);

два образцовых поршневых манометра МП-60;

магазин сопротивлений МСР-60, МСР-63 или аналогичного типа;

тестер Ц-56, Ц-57, Ц-434, Ц-437 или аналогичного типа;

термостат ТС-15 или ТС-24 (до 200 °С);

термостат с хладостатом типа И-10 (ГДР) или аналогичного типа.

Указанные измерительные средства позволяют проверить все приборы холодильной техники, применяемые на автоматизированных холодильных установках. Предварительную проверку измерительных и автоматических приборов проводят следующим образом. Рабочие жидкостные термометры и реле температуры устанавливают в термостаты. Показания (настройки) их сравнивают с показаниями контрольных ртутных термометров (поправки к шкалам рабочих термометров учитывают при их эксплуатации). Термометры сопротивления проверяют определением их омического сопротивления при 0 °С. Для этого их помещают в резиновом чехле в тающий снег. Сопротивление медных термометров (градуировки 23) при 0 °С должно составлять 53 Ом. Манометры и реле давления (перепада давления) проверяют на образцовом поршневом манометре типа МП-60.

Настройку реле давления и сравнение показаний рабочих манометров осуществляют по образцовым манометрам типа МО класса 0,4. При необходимости настройку регулируют по шкале реле давления. Поправки к шкалам манометров учиты-

вают при их эксплуатации. Настройку реле перепада давления проверяют на двух поршневых манометрах типа МП. Реле уровня типа ПРУ проверяют подъемом поплавкового шарика деревянным стержнем вручную, электронный блок — с помощью моста МСР. Проверку регулятора уровня ПРУД проводят только на специальном стенде, описанном в прилагаемой к нему инструкции. При проверке правильности настройки различных реле (температуры, давления, уровня) к контактам их переключающих устройств присоединяют электрическую лампочку, сигнализирующую в момент срабатывания реле. Соленоидные вентили перед установкой обязательно вскрывают, проверяют по чертежу, находящемуся в инструкции, особое внимание уделяя закреплению и целостности мембраны. Электрическую часть проверяют подачей номинального напряжения на присоединительные клеммы. Плотность закрывания клапана ОКДП определяют по скорости повышения давления после остановки компрессора при закрытом всасывающем вентиле.

При нормальной работе холодильных установок судить об исправности приборов аварийной сигнализации и защиты трудно, поэтому работоспособность таких приборов нуждается не только в регулярной проверке, но и в систематическом контроле их настройки. Состояние приборов защиты проверяют при работающих машинах и аппаратах, поэтому все связанные с проверкой операции необходимо выполнять осторожно, соблюдая правила обслуживания и техники безопасности. Все переключения выполняет персонал, обслуживающий холодильную установку.

Наблюдение за срабатыванием приборов автоматики осуществляют работники КИПиА.

Исправность защитных реле уровня и других приборов защитной автоматики проверяют один раз в 10 дней.

Конкретные меры по проверке приборов зависят от их назначения.

Обслуживание поплавковых реле уровня типа ПРУ заключается в продувке через 1,5—2 мес поплавковой камеры для очистки от масла и грязи, проверке исправности сигнальных ламп и состояния контактов. Нагары очищают жесткой щеткой, смоченной в авиационном бензине Б-70 или спирте. Наплывы и эрозию контактов устраняют зачисткой их поверхности бархатным надфилем и промывкой этиловым спиртом.

При эксплуатационной проверке закрывают запорный вентиль на жидкостной линии, соединяющей поплавковую камеру с сосудом, закрывают запорный вентиль на линии подачи жидкого аммиака в сосуд и открывают вентиль подачи жидкого аммиака непосредственно в поплавковую камеру. Все сигнальные лампы и контакты должны сработать в установленной последовательности. При частых подгораниях контактов проверяют токовую нагрузку. Плавучесть поплавка проверяют по-

дачей воды в поплавковую камеру снизу. В случае обнаружения малейших неисправностей прибор демонтируют и перепроверяют на стенде.

В поплавковых регуляторах уровня типа ПРУД необходимо точно отрегулировать степень открытия регулирующего вентиля и ход поплавка в поплавковой камере. При малом ходе поплавка возможно недостаточное открытие вспомогательного клапана и понижение уровня относительно заданного, при большом ходе поплавка возможно неплотное закрытие вспомогательного клапана и переполнение сосуда. Обслуживание прибора сводится к поднастройке открытия регулирующего вентиля при изменении режима работы холодильной установки, своевременной продувке сжатым воздухом соединительной трубки, прочистке отверстий в поплавковой камере и мембране, замене мембраны в случае ее повреждения.

Эксплуатационную проверку осуществляют одновременно с проверкой сигнализаторов уровня ПРУ. Закрыв запорный вентиль на линии подачи жидкого аммиака в сосуд (после регулирующего вентиля), запорный вентиль на жидкостной линии поплавковой камеры и запорный вентиль на жидкостной линии колонки поплавковых сигнализаторов уровня, открывают запорные вентили подачи жидкого аммиака в поплавковую камеру регулятора и колонку сигнализаторов из линии после регулирующего вентиля. При исправном регуляторе ПРУД уровень жидкости в колонке не превышает заданного и срабатывания сигнализаторов уровня не произойдет.

При обслуживании реле протока типа РП-67 его своевременно очищают от загрязнений, проверяют расход воды, контролируют прочность крепления насадки и электрических соединений, устраняют вибрации. Эксплуатационная проверка заключается в контроле (два раза в месяц) четкости срабатывания контактной группы при уменьшении расхода воды. В случае подачи воды в охлаждающие рубашки компрессора при закрытом вентиле электродвигатель не должен запускаться, а система аварийной сигнализации должна включиться. При постепенном уменьшении расхода воды вентилем на входной линии реле должно разомкнуть свои контакты, вследствие чего компрессор отключится и будет подан аварийный сигнал. В момент срабатывания контактов фиксируют положение регулирующего водяного вентиля и измеряют расход воды, который должен быть не меньше 0,2 м^3/ч.

Реле низкого давления настраивают с помощью мановакуумметра на предельно допустимое давление кипения хладагента, реле высокого давления — на предельно допустимое давление конденсации, принимаемое равным 1,47 МПа ($\sim$15 кгс/см^2), температура конденсации 40,5 °С. При обслуживании реле следят за состоянием контактов и четкостью их срабатывания, прочищают медной или латунной проволокой

отверстия в штуцерах. В случае нарушения герметичности сильфона датчик реле заменяют. Ежемесячно проверяют датчик реле низкого давления на точность срабатывания, закрывая вентиль на линии, идущей от всасывающего коллектора к компрессору. Контроль за давлением включения осуществляют по мановакуумметру, подключенному к линии всасывания. При проверке реле высокого давления на точность срабатывания контроль осуществляют по манометру, подключенному к линии нагнетания.

Реле контроля смазки настраивают на разность давлений по показаниям двух манометров. При давлении 0,08 МПа ($\sim$0,8 кгс/см^2) контакты реле должны размыкаться. Во время работы реле проверяют правильность установки шкалы, отсутствие вибрации, которая может привести к ложному срабатыванию, отсутствие утечек. Поверхность контактов должна быть чистой, неповрежденной. При частом подгорании контактов проверяют силу тока. Зазор между ними должен составлять 1,2—1,5 мм. Диаметр отверстия в соединительных штуцерах 3 мм. Эксплуатационную проверку четкости срабатывания контактной группы и правильности настройки реле проводят через каждые 2—3 мес. Для этого открывают байпасный вентиль масляного насоса. Разность давлений в момент размыкания контактов определяют по показаниям масляного манометра и манометра, подключенного к линии всасывания компрессора.

Манометрические реле температуры настраивают с помощью шкал настройки, устанавливая стрелки указателей напротив соответствующих делений шкал. Окончательную настройку выполняют по контрольным ртутным термометрам. Если баллон помещен в термометровую гильзу, то при обслуживании следят за наполнением ее веретенным маслом. При креплении термобаллона на трубопроводе обеспечивают надежный тепловой контакт с контролируемой средой и изоляцию его от посторонних тепловых воздействий. Электрические контакты должны иметь чистую поверхность, свободную от нагаров, наплывов и механических повреждений. При эксплуатационной проверке сравнивают показания ртутных термометров в моменты включения и выключения. Необходимо постоянно контролировать силу тока, надежность заземления, сопротивление электрической изоляции. Реле должно размыкать свои контакты при достижении установленной температуры. Точность срабатывания проверяют по термометру, установленному в термометровую гильзу на нагнетательном трубопроводе в непосредственной близости к месту установки термочувствительного баллона реле температуры.

Терморегулирующие вентили (ТРВ) должны обеспечивать постоянный и равный требуемому перегрев пара на выходе из испарителя. Признаки нормальной работы ТРВ: охлаждающие приборы покрыты равномерным слоем инея, корпус прибора

обмерзает только со стороны выходного штуцера, слышится характерный звук (шипение), свидетельствующий о прохождении хладагента через вентиль.

Настраивают терморегулирующие вентили обычно с помощью ручного регулирующего вентиля, подключенного параллельно. Для этого закрывают запорный вентиль на входе в терморегулирующий вентиль и добиваются нормальной устойчивой работы холодильной установки с заданным значением перегрева паров на выходе из испарителя в установившемся режиме при ручном регулировании. После этого закрывают ручной регулирующий вентиль и переключают работу установки на терморегулирующий вентиль, постепенно открывая его до достижения заданного значения перегрева (2—5 °С).

Во время эксплуатации установки регулярно проверяют наличие масла в гильзе для термобаллона, отсутствие посторонних тепловых воздействий на термобаллон и капиллярную трубку, прочность крепления термобаллона, действительное значение перегрева. При изменении режима работы холодильной установки проводят поднастройку прибора.

Эксплуатационную проверку четкости срабатывания соленоидных вентилей проводят два раза в месяц, профилактический осмотр — два раза в год. При установке вентиля на байпасной линии компрессора проверку проводят так. Если при работе компрессора вентиль не закрыт или закрыт неплотно, температура на выходе из него значительно превышает температуру окружающей среды (на 40 °С и выше). При закрытом вентиле и работающем компрессоре температура трубопровода вблизи вентиля почти равна температуре окружающей среды. Состояние вентиля, установленного на линии подачи охлаждающей воды, проверяют подачей напряжения на вентиль. Если вентиль не пропускает воду при отсутствии напряжения и открывается при подаче напряжения, значит, он исправен. Вентили, установленные на линии подачи жидкого аммиака в аппараты, проверяют одновременно с контролем поплавковых сигнализаторов уровня. При наличии соленоидных вентилей следует регулярно очищать от грязи фильтры, установленные перед вентилями.

При профилактическом осмотре проверяют герметичность вентиля в местах соединений и сальника штока ручного привода, сопротивление изоляции катушки (должно быть не менее 0,5 МОм) и сопротивление самой катушки.

Приборы автоматической защиты настраивают так, чтобы точка срабатывания отличалась от параметра нормальной работы компрессора в заданном режиме не более чем на 10—15 %.

Надежность работы приборов и средств автоматизации обеспечивается строгим учетом проверок и отказов. Для этого в машинном отделении должен быть журнал проверок и отка-

зов срабатывания приборов и средств автоматизации, регулярно контролируемый начальником компрессорного цеха, главным механиком и главным инженером с обязательной записью в журнале.

Электрические схемы должны исключать возможность автоматического пуска компрессора после срабатывания приборов защиты. Пуск его должен быть возможен только после ручной деблокировки защит.

Основные причины отклонений 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. 9.

Потери хладагента приводят к нарушению режима работы установки, уменьшению ее холодопроизводительности и перерасходу электроэнергии на выработку холода. 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. 10.

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 мотылевом или коренном подшипнике, подшипнике крейцкопфного пальца, поршневой гайки, нажимного стакана в клапанах);

Таблица 9. **Основные неполадки в работе аммиачной холодильной установки**

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
Мала холодопроизводительность, повысилось давление конденсации, при этом	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
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 ТРВА	Отрегулировать ТРВА вращением регулировочного шпинделя
Давление испарения снизилось, при этом		
чрезмерный нагрев крышек цилиндров, перегрев паров в сухопарнике (8—10 °С вместо 1—2 °С)	В системе недостаточно аммиака	Добавить в систему аммиак
температура рассола на выходе из испарителя на 8—12 °С выше температуры испарения, жидкостная линия после фильтра покрыта инеем	Трубы испарителей загрязнены, поверхность включенных испарителей недостаточна	Очистить трубы испарителей, включить дополнительную поверхность испарителей
	Засорен фильтр	Промыть фильтр
Всасывающая сторона компрессора и блок вблизи цилиндров покрыты инеем, температура нагнетания понижена	Влажный ход компрессора, чрезмерно открыт ТРВА	Отрегулировать ТРВА вращением регулировочного шпинделя
Неравномерный нагрев блока вблизи цилиндров	Поломка нагнетательного клапана	Провести осмотр и ремонт клапана
	Поломка всасывающего клапана	То же

Неисправности и их признаки	Причины	Способы устранения
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)	Велика холодопроизводительность компрессоров, включенных в работу	Остановить часть компрессоров
	Недостаточная поверхность включенных испарителей	Включить дополнительную поверхность испарителей
	Недостаток аммиака в системе	Добавить в систему аммиак
	Чрезмерное обрастание инеем охлаждающих устройств	Удалить иней
	Обмерзание труб испарителя из-за слабой концентрации рассола	Проверить плотность рассола и довести концентрацию до нормы
	Загрязнение теплопередающей поверхности испарителей	Очистить теплопередающую поверхность и продуть от масла и других загрязнений
	Недостаточная подача аммиака вследствие неправильного регулирования; засорение фильтра жидкостного трубопровода и регулирующего вентиля; неисправная работа приборов автоматического регулирования и контроля	Отрегулировать подачу аммиака; очистить фильтр, продуть трубопровод и вентиль; настроить приборы автоматического регулирования и контроля
Повышенное давление (температура) кипения (недостаточные перепады температур между температурой воздуха в камерах или рассола и температурой кипения)	Недостаточная холодопроизводительность включенных компрессоров	Включить дополнительные компрессоры
	Влажный ход компрессора	Отрегулировать подачу аммиака в испарительную систему
	Неисправности в работе (пропуски клапанов, байпаса)	Провести осмотр и ремонт клапанов и байпаса
Высокая температура всасывания по сравнению с температурой кипения (более чем на 10 °С)	Неправильное регулирование подачи аммиака в испарительную систему; регулирующий вентиль открыт недостаточно	Открыть больше регулирующий вентиль и отрегулировать подачу холодильного агента в испарительную систему
	Недостаток аммиака в системе	Добавить в систему аммиак
	Неудовлетворительное состояние изоляции всасывающих трубопроводов	Отремонтировать изоляцию трубопроводов

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

Таблица 10. **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)
	Загрязнение или износ рабочих дисков	При загрязнении очистить, при износе заменить
Недостаточная производительность	Приемная сетка, всасывающий трубопровод и насос забиты грязью	Очистить их от грязи
	Попал сор между седлом и клапаном	Прочистить клапан
	Износились крыльчатка, направляющие аппараты или уплотняющие кольца	Отремонтировать или заменить новыми
	Большая высота всасывания	Поднять уровень воды (рассола) в баке
	Неплотности во всасывающем трубопроводе	Устранить неплотности
	Частично оголился приемный клапан и в него попадает воздух	В приемный бак добавить воды (рассола) или удлинить всасывающий трубопровод (углубить насос)
	Напряжение упало и насос не дает полной частоты вращения	Увеличить напряжение
Перегрузка насоса	Неправильная сборка насоса	Разобрать насос и собрать заново
	Пуск насоса при открытой задвижке на нагнетательной стороне	Проводить пуск насоса при закрытой задвижке на нагнетательном трубопроводе
	Сильно затянуты или перекошены сальники	Отпустить гайки, устранить перекос
	Большое сопротивление в трубопроводах (большая длина их, малый диаметр, много колен, не полностью открытые задвижки)	Устранить крутые повороты трубопроводов, открыть больше задвижки, заменить всасывающий трубопровод трубами большего диаметра

Продолжение табл. 10

Неисправность	Причины	Меры устранения
Перегрузка насоса	Электродвигатель греется вследствие увеличения производительности насоса	Уменьшить производительность насоса, прикрыв вентиль на нагнетательном трубопроводе; остановить электродвигатель и дать ему остыть
	Работа электродвигателя на двух фазах	Немедленно остановить насос, выключив электродвигатель
Шум в корпусе насоса	Наличие воздуха	Открыть кран на корпусе насоса и выпустить воздух
Нагревание подшипников	Перекос подшипников, неправильная сборка их, износ вкладышей	Разобрать, проверить вкладыши, при необходимости заменить; устранить перекос
	Недостаточная смазка подшипников	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

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.

Защитные средства от поражения аммиаком и правила пользования ими

К средствам индивидуальной защиты от паров аммиака относятся фильтрующие противогазы КД (рис. 24) 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.

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.

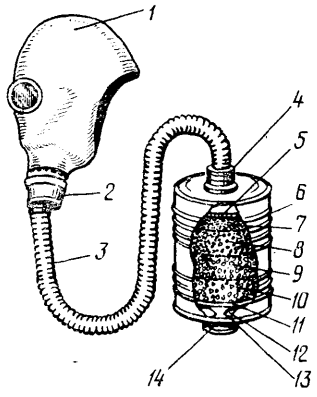


Рис. 24. Промышленный фильтрующий противогаз: *1* — шлем-маска; *2* — клапанная коробка; *3* — гофрированная трубка; *4* и *14* — навинтные горловины; *5* и *12* — жестяные решетки; *6* — фильтрующая коробка; *7* и *9* — осушитель; *8* — гопкалит; *10* — активированный уголь; *11* — ватный фильтр; *13* — спиральная пружина

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 выды-

хательный 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 типовыми отраслевыми нормативами, утвержденными Государственным комитетом СССР по труду и социальным вопросам и ВЦСПС.

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.

Индивидуальные средства защиты от поражения электрическим током и правила пользования ими

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. 11). 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 распределитель-

Таблица 11. **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	Диэлектрические резиновые коврики
		Изолирующие приспособления и устройства для ремонтных работ *	

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

ных 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 раздельной 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.

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 0,5×0,5 м.

Изолирующие подставки изготовляют в виде деревянного настила на фарфоровых или стеклянных изоляторах; применение металла для соединений не допускается; наименьшие размеры подставок 0,75×0,75 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 кон-

денсатора. 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 и 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 %.

Изолирующие защитные средства, находящиеся в эксплуатации, периодически подвергают электрическим испытаниям повышенным напряжением переменного тока частотой 50 Гц.

Таблица 12. **Сроки испытания защитных средств**

Рабочее напряжение, В	Защитное рабочее средство	Испытательное напряжение, кВ	Продолжительность испытания, мин	Ток утечки, мА	Периодичность, мес	
					испытаний	осмотров
До 1000 В	Перчатки резиновые диэлектрические	2,5	1	2,5	6	Перед применением
До 1000 В	Галоши резиновые диэлектрические	3,5	1	2	12	6
Любое	Боты резиновые диэлектрические	15	1	7,5	36	6
Выше 1000 В	Коврики резиновые диэлектрические	15	1	15	24	12
До 1000 В	Инструмент с изолированными рукоятками	2	1	—	12	Перед применением
До 500 В	Указатели напряжения	1	1	—	12	То же
До 600 В	Токоизмерительные клещи	2	5	—	12	6
До 1000 В	Изолирующие клещи	2	5	—	12	6
До 1000 В	Накладки и прокладки резиновые	3,5	1	3,5	36	12
До 110 кВ	Указатели напряжения (изолирующая часть)	3, но не ниже 4	5	—	12	6
До 110 кВ	Изолирующие штанги	3, но не ниже 4	5	—	24	—

Результаты испытания заносят в протокол. Содержание и сроки испытаний некоторых часто применяемых защитных средств для электроустановок напряжением до 1000 В и выше приведены в табл. 12. Основные изолирующие защитные средства, применяемые в электроустановках напряжением выше 1000 В (например, изолирующие и измерительные штанги, указатели напряжения в электроустановках напряжением до 110 кВ), испытывают трехкратным линейным напряжением в течение 5 мин.

Защитное средство считается выдержавшим испытание, если в процессе приложения испытательного напряжения не

наблюдалось разрядов по поверхности, а также нагревания, определяемого после снятия напряжения рукой на ощупь.

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.

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[1].

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 вен-

[1] М., ВНИКТИхолодпром, 1982.

тили, 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 (батарей, воздухоохладителей) 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.

Глава 4. ВЫПОЛНЕНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Заполнение системы аммиаком из цистерны

Системы крупных холодильных установок наполняют аммиаком из специальных железнодорожных или автомобильных цистерн. В холодильных установках с приемом аммиака из цистерн должны быть дополнительные ресиверы на стороне высокого давления, устанавливаемые снаружи и вмещающие

запас аммиака в размере полугодового его расхода (исходя из двукратной поставки аммиака в течение года). Работы по заполнению систем из железнодорожных и автомобильных цистерн проводят в строгом соответствии с существующими инструкциями.

К месту подачи железнодорожной цистерны должна быть проложена жидкостная магистраль для слива аммиака, присоединяемая к коллектору регулирующей станции или жидкостному трубопроводу конденсатора.

На каждую цистерну должна быть заведена специальная книга с чертежами и паспортом. Арматура должна быть расположена в верхней части цистерны. Нижних спускных отверстий в цистерне не допускается. В верхней части ее цилиндра должны быть расположены не менее двух вентилей, а также установлены пружинный предохранительный клапан и аммиачный манометр.

Манометр должен находиться в опломбированном состоянии и должен быть снабжен сифонной трубкой. Шкала манометра должна позволять измерять давление, превышающее на 200 кПа (~2 кгс/см^2) давление, необходимое для гидравлического испытания цистерны. Арматура цистерны должна иметь специальную окраску и надписи, которые обозначают назначение вентилей и кранов. При транспортировке цистерн вентили должны закрываться заглушками, а остальная арматура — предохранительным колпаком, который закрывается на замок или пломбируется.

Аммиачная цистерна может присоединяться по следующим двум схемам. При наличии центральной регулирующей станции к месту установки цистерны от аммиачной системы холодильника прокладывают жидкостную магистраль из труб диаметром 50—57 мм, предназначенную для слива аммиака из цистерны. Магистраль присоединяют к коллектору регулирующей станции (рис. 25, *а*). При отсутствии центральной регулирующей станции жидкостную магистраль от цистерны присоединяют к жидкостному трубопроводу конденсатора (рис. 25, *б*). Жидкостный трубопровод конденсатора должен разобщаться запорной арматурой, чтобы в одну часть испарительной системы сливался аммиак из цистерны, а в остальную ее часть поступал аммиак из конденсатора.

Жидкостный (сливной) трубопровод присоединяют к сливному вентилю цистерны стальной трубой. Для наблюдения за давлением при сливе аммиака на трубопроводе устанавливают манометр.

На прибывшей цистерне проверяют состояние манометров и предохранительных клапанов, наличие пломб на них и на всех запорных вентилях цистерны, состояние внешнего кожуха цистерны, изоляции и верхнего лаза и устанавливают, какой из вентилей является жидкостным, предназначенным для слива

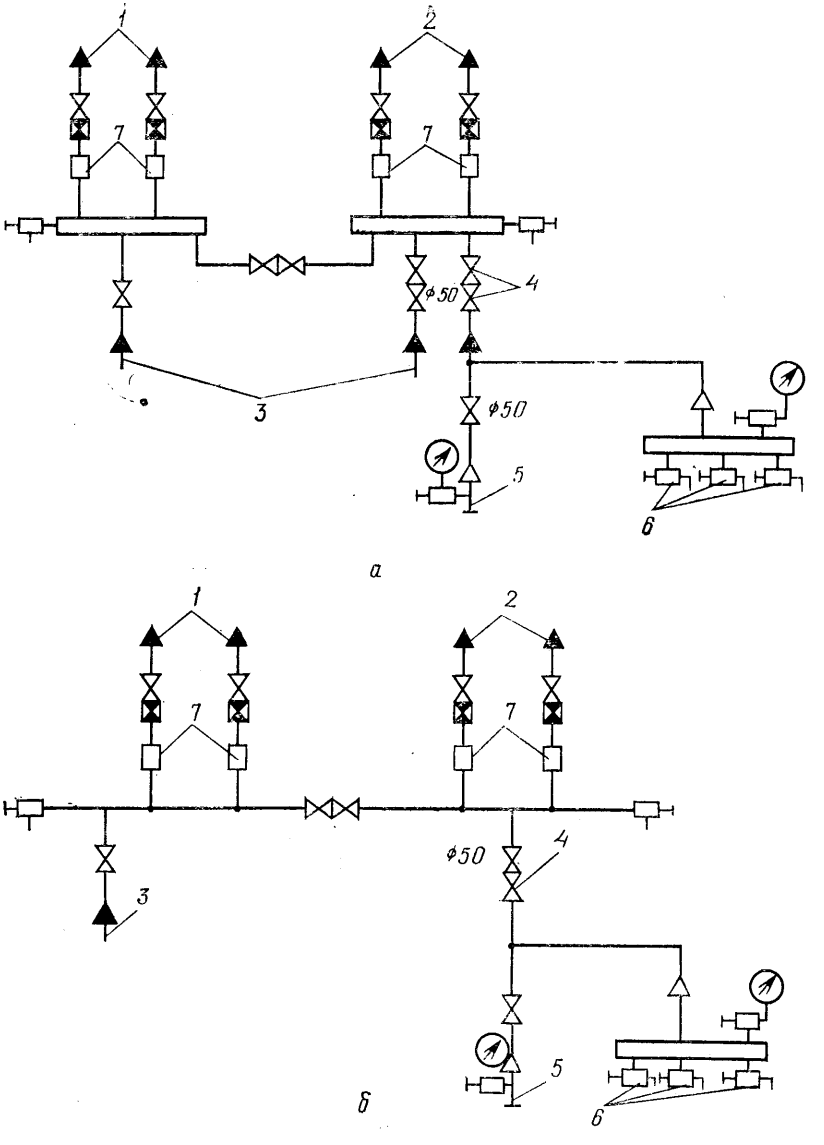


Рис. 25. Схема присоединения аммиачной цистерны к холодильной установке:
а — при наличии центральной регулирующей станции; *б* — в случае отсутствия центральной регулирующей станции; *1* и *2* — жидкостные трубопроводы к батареям (циркуляционным ресиверам); *3* — жидкостный трубопровод от конденсатора (промежуточного сосуда); *4* — запорные вентили, пломбируемые в закрытом положении; *5* — жидкостная магистраль от цистерны; *6* — вентили для присоединения аммиачных баллонов; *7* — автоматическое устройство для регулирования заполнения батарей (циркуляционных ресиверов)

аммиака. При обнаружении неисправности аммиачной цистерны или ее арматуры, отсутствии четкой надписи и окраски производить из нее слив не разрешается.

До начала слива аммиака из железнодорожной цистерны стрелочные переводы на подъездных путях предприятия ставят в положение, исключающее использование этих путей, и запирают на замки, ключи от которых хранят у лица, ответственного за слив цистерны. Цистерну во время нахождения под сливом подклинивают и ограждают переносными сигналами. На предприятиях, где внутризаводские железнодорожные пути не имеют стрелочных переводов, устанавливают затворный предохранительный брус с соответствующими световыми и цветовыми сигналами на расстоянии до 3 м от цистерны. Колеса цистерны на рельсовом пути закрепляют специальными башмаками, прикрепленными к шасси цистерны.

Главный инженер предприятия обязан каждый раз лично убедиться в том, что цистерна правильно присоединена к аммиачной системе холодильника. Только после этого он может дать письменное разрешение начальнику компрессорного цеха или механику холодильной установки на то, чтобы произвести слив аммиака.

Вентили пломбирует начальник компрессорного цеха или механик холодильной установки в закрытом положении в присутствии дежурной смены машинного отделения, на что составляется соответствующий акт. Пломбу снимают только перед сливом аммиака из цистерны, в остальное время (до слива, а также в перерывах между сливом) вентили находятся в запломбированном состоянии. При этом каждый раз на снятие пломбы и опломбирование вентилей начальник компрессорного цеха (механик холодильной установки) при участии дежурной смены машинного отделения должен составить акты и сделать соответствующие записи в прошнурованную и пронумерованную книгу, заведенную специально для регистрации слива аммиака из железнодорожных цистерн.

При поступлении железнодорожной цистерны с аммиаком представитель железнодорожного транспорта тщательно осматривает ходовую часть цистерны и дает письменное заключение о возможности слива. Прибывшую на холодильник цистерну с аммиаком принимает начальник компрессорного цеха или механик холодильной установки от представителя железной дороги по накладным и сертификату на аммиак. После проверки этих документов начальник компрессорного цеха (механик холодильной установки) обязан осмотреть цистерну и проверить, имеются ли на ней манометр и предохранительные клапаны и опломбированы ли они. Контролируется также наличие пломб на всех запорных вентилях внешнего кожуха цистерны и верхнего лаза. После осмотра начальник компрессорного цеха или механик отмечает в книге для регистрации слива аммиака

номер цистерны, ее состояние и заключение о возможности слива.

Для слива аммиака из цистерны путем отсоса понижают давление до вакуума в какой-нибудь части испарительной системы холодильной установки (батареи камер, испарители) или в циркуляционных ресиверах. Вначале слив аммиака происходит под действием образовавшегося давления в цистерне. По мере ее опорожнения давление в ней понижается, а давление в испарительной системе, куда происходит слив, постепенно повышается. В момент выравнивания давлений слив аммиака прекратится и жидкостный трубопровод оттает. После этого понижают давление в другой части испарительной системы и сливают в нее аммиак. Переключение цистерны на части испарительной системы, в которых предварительно создан вакуум, производят до полного освобождения цистерны от аммиака.

Окончание полного слива определяют по снижению давления в цистерне и оттаиванию жидкостного трубопровода. При частичном сливе количество оставшегося аммиака определяют по указателю уровня аммиака на цистерне. Держать цистерну присоединенной к коммуникациям, когда слив не производится, не разрешается.

При перерывах во время слива аммиака жидкостную (сливную) магистраль отсоединяют от цистерны.

Работы по присоединению и отсоединению цистерны выполняет машинист холодильной установки или слесарь не ниже 6-го разряда, а слив аммиака из цистерны в холодильную систему — только машинист холодильной установки, причем весь указанный персонал до начала работы должен пройти инструктаж и проверку знаний. Инструктаж и проверку знаний проводит начальник компрессорного цеха (механик). От лиц, прошедших инструктаж и проверку знаний, берут расписку.

Работы по сливу аммиака из цистерны необходимо проводить в противогазах, резиновых сапогах и резиновых перчатках. Во время слива вблизи цистерны не должно быть посторонних людей. Курить и применять открытое пламя вблизи цистерны не разрешается. В случае возникновения пожара необходимо удалить цистерну в безопасное место, а если это сделать невозможно, поливать цистерну водой, вызвав пожарную команду и газоспасателей.

По окончании слива аммиака цистерна сдается представителю железной дороги, частично или полностью освобожденной от аммиака и при исправном состоянии ее оборудования и арматуры, которая должна быть опломбирована. Представителю железной дороги выдается справка о сливе аммиака из цистерны. Ответственность за выполнение правил присоединения цистерны к аммиачной системе холодильника, слива аммиака и отсоединения цистерны от аммиачной системы возлагается на начальника компрессорного цеха (механика), а за правиль-

ную организацию подготовки к сливу аммиака из цистерны — на главного инженера предприятия.

При наличии на предприятии хранилища аммиака в ресиверах, соединенного трубопроводами с холодильной установкой, аммиак сливают из железнодорожной цистерны в такой последовательности: присоединяют жидкостный (сливной) трубопровод хранилища к цистерне; открывают всасывающий вентиль соответствующего ресивера и понижают в нем давление путем отсасывания паров через отделитель жидкости; открывают сливной вентиль цистерны и вентиль для приема жидкости на ресивере (за степенью заполнения ресивера жидким аммиаком следят по указателю уровня); после заполнения ресивера (не более 80 % его объема) закрывают всасывающий вентиль ресивера, сливной вентиль цистерны и вентиль для приема жидкости на ресивере.

Для транспортировки жидкого аммиака отечественная промышленность выпускает заправщики жидкого аммиака ЗБА-2,6-130 и ЗБА-2,6-817. Заполнение системы холодильной установки жидким аммиаком из автомобильной цистерны производится обслуживающим персоналом. Схема присоединения автомобильной цистерны к холодильной установке аналогична схеме присоединения железнодорожной цистерны. Перед сливом должна быть обеспечена неподвижность аммиачной цистерны, ее заземление и ограждение, а также установлено, какой из рукавов на цистерне является жидкостным, предназначенным для слива аммиака. Жидкий аммиак из автомобильной цистерны сливается так же, как и из железнодорожной цистерны, т. е. за счет перепада давления вследствие понижения давления в системе, создаваемого компрессорами холодильной установки.

Добавление аммиака в систему из баллонов

Аммиак из баллонов добавляют в систему во время работы компрессора через зарядное устройство. Прежде чем присоединить баллон к системе, убеждаются, что в баллоне находится хладагент, предназначенный для данной холодильной установки, а не другой газ. Для этого ненадолго открывают запорный вентиль баллона и подносят к его штуцеру индикаторную бумажку, находясь с наветренной стороны, противоположной выходному отверстию штуцера. Если в баллоне содержится аммиак, бумажка немедленно изменит свой цвет.

При неисправном вентиле баллон откладывают в сторону и сообщают об этом лицу, ответственному за холодильную установку. Производить ремонт и очистку баллонов, а также снимать с них предохранительные колпачки ударами молотка не разрешается. Для ремонта неисправные баллоны направляют на завод-наполнитель с надписью «Полный». Присоединение баллонов к угловым запорным вентилям осуществляют с по-

мощью съемных стальных трубок, к концам которых приваривают штуцера с накидными гайками.

Добавление в систему аммиака осуществляют в такой последовательности. Баллон взвешивают, записывают его массу (брутто), укладывают на находящуюся на весах наклонную подставку вентилем вниз (рис. 26), снимают колпак, осторожно отвертывают заглушку и присоединяют его к стальной трубке (гибкому резиновому шлангу), второй конец которой надежно соединен с запорным вентилем. После этого закрывают запорный вентиль на жидкостном трубопроводе от конденсатора (ресивера), оставив на регулирующей станции открытым вентиль той части системы, через которую будут добавлять аммиак, и

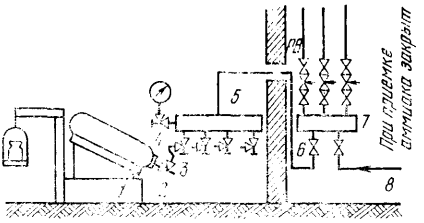


Рис. 26. Схема присоединения аммиачных баллонов к холодильной установке:

1 — весы; *2* — подставка; *3, 4* и *6* — запорные вентили; *5* — коллектор; *7* — регулирующая станция; *8* — направление подачи жидкого аммиака от линейного ресивера

снижают давление в коллекторе регулирующей станции. Затем открывают наполнительный вентиль на трубопроводе, запорный вентиль и вентиль на баллоне. Аммиак из баллона перепускают в ту часть системы, остаточное давление в которой ниже атмосферного. Если давление в системе повысится до такой степени, что впуск аммиака будет затруднен, баллон переключают на другой участок системы, в котором предварительно понижают давление до вакуума.

На крупных холодильных установках к наполнительному коллектору одновременно присоединяют несколько баллонов. Во время наполнения внимательно следят за уровнем аммиака в линейном ресивере и давлением конденсации. При достижении в ресивере нормального уровня добавление аммиака в систему прекращают и переходят на работу по нормальной схеме.

Если жидкий аммиак полностью перейдет в систему, то в баллоне будет незначительное давление, нижняя часть его и наполнительная трубка покроются инеем. Когда иней на трубке начнет таять, что свидетельствует об опорожнении баллона, вентиль на баллоне и наполнительный вентиль закрывают, баллон отсоединяют, ставят на место заглушку и колпак, взвешивают баллон и записывают его массу (массу тары). По разности масс брутто и тары определяют количество аммиака, добавленного в систему. Подогревать баллоны для ускорения отсасывания из них аммиака категорически запрещается.

Количество добавленного в систему аммиака записывают в суточный журнал работы компрессорного цеха.

Во время заполнения соблюдают следующие меры предосторожности: фильтрующий противогаз типа КД, газонепроницаемый костюм и резиновые перчатки держат наготове на случай возможного их использования.

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 навертывают на боковые штуцера вентилей 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 желательно

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 навернутыми 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^2), масса аммиака в баллоне (кг) и подпись лица, наполнившего баллон.

Удаление снеговой шубы с батарей непосредственного охлаждения

В процессе эксплуатации холодильной установки батареи непосредственного охлаждения загрязняются минеральными маслами, поступающими в систему из цилиндров компрессоров вместе с парами аммиака. При загрязнении часть батарей начинает плохо работать или не работает вовсе, вследствие чего температура воздуха в охлаждаемых камерах повышается. Наличие снеговой шубы на батареях также снижает интенсивность охлаждения, приводит к повышению температуры воздуха в камерах и понижению температуры кипения. Для улучшения работы батарей необходимо регулярно удалять из них масло и нарастающую на них снеговую шубу продувкой их горячими парами аммиака. Продувка осуществляется по графику, утвержденному лицом, ответственным за безопасную эксплуатацию холодильной установки, под руководством лица, допущенного приказом к проведению оттаивания. В холодильных установках непосредственного охлаждения для проведения оттаивания испарительной системы паром хладагента предусматривают специальную систему трубопроводов, приборы автоматического регулирования и дренажные ресиверы.

Обслуживающий персонал холодильной установки должен хорошо знать порядок проведения работ по продувке батарей и удалению снеговой шубы. У компрессора, при помощи которого осуществляется продувка батарей, должен находиться квалифицированный специалист. Время работы компрессора и показания манометров при отсасывании аммиака из системы и продувке батарей должны быть записаны в суточном журнале

работы компрессорного цеха. Перед продувкой грузы удаляют из камеры или укрывают брезентом во избежание их порчи при попадании мокрого снега или воды.

Во время проведения оттайки наблюдают за показанием манометра, установленного на коллекторе распределительной станции, не допуская давления в батареях выше 1 МПа (~10 кгс/см²). При дальнейшем повышении давления закры-

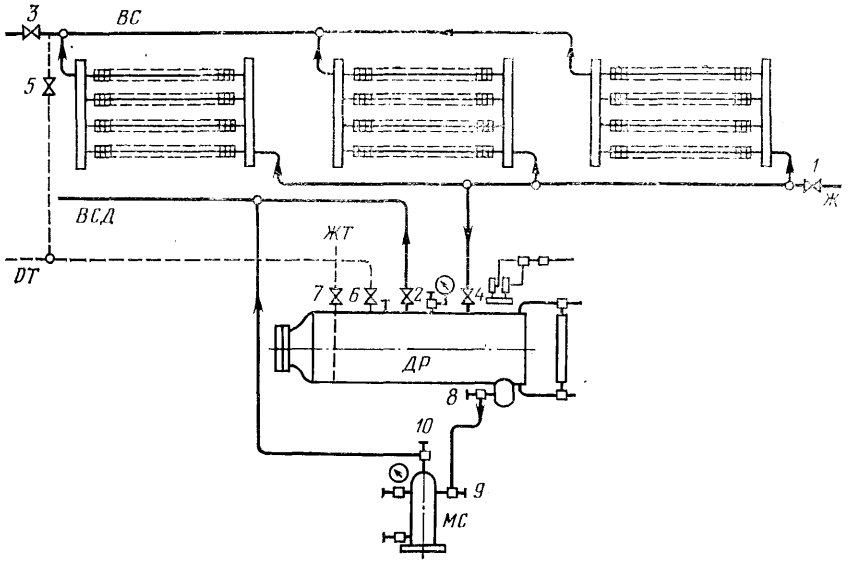


Рис. 27. Схема удаления снеговой шубы с батарей непосредственного охлаждения при наличии дренажного ресивера:
МС — маслосборник; *ДР* — дренажный ресивер; *ЖТ* — трубопровод жидкого аммиака к регулирующей станции; *ОТ* — трубопровод горячих паров аммиака; *ВСД* — трубопровод к всасывающему аммиачному трубопроводу от отделителя жидкости; *Ж* — жидкостный трубопровод; *ВС* — всасывающий трубопровод

вают вентиль на трубопроводе подачи горячих паров в охлаждающие устройства.

Продувка батарей горячими парами аммиака с отводом жидкого аммиака в дренажный ресивер. Вначале закрывают вентиль *1* (рис. 27) и прекращают подачу жидкого аммиака в батареи камеры и продолжают отсос из них паров. Затем закрывают вентиль *3,* открывают вентиль *2* на дренажном ресивере и соответствующий вентиль на всасывающем трубопроводе у отделителя жидкости и понижают давление в ресивере до давления всасывания. Вентиль *2* открывают осторожно, так как в ресивере может находиться небольшое количество жидкого аммиака. После понижения давления закрывают вентиль *2* и открывают вентиль *5* для подачи в батареи пара с давлением конденсации не более 1000 кПа (~10 кгс/см²).

Если в дренажной линии предусмотрено автоматическое устройство (например ПРУД-В), исключающее прорыв пара из охлаждающих батарей, то дренажный ресивер в течение всего времени оттаивания должен находиться под низким давлением, что достигается непрерывным отсосом пара из него в испарительную систему. При отсутствии такого устройства в дренажной линии перед подачей в испарительную систему пара с давлением конденсации от дренажного ресивера прекращают как отсос, так и слив жидкого аммиака из охлаждающих приборов.

После достаточного повышения давления в оттаиваемых батареях открывают вентиль *4* и сливают жидкий аммиак в дренажный ресивер. При этом давление в ресивере повышается, а в батареях — несколько понижается. После выравнивания давления слив жидкого аммиака прекращается, если охлаждающие приборы и дренажный ресивер находятся на одном уровне. В этом случае вентиль *5* закрывают и медленно открывают вентиль *2* для отсоса из ресивера поступивших в него и образовавшихся в нем паров аммиака. Снизив давление в ресивере до давления всасывания, вначале закрывают вентили *2* и *4,* отключив ресивер от батарей, а затем открывают вентиль *5* и снова подают горячие пары аммиака в освобожденные от жидкого аммиака батареи камеры. Подача горячих паров аммиака в батареи продолжается до тех пор, пока снеговая шуба не будет снята с батарей камеры полностью.

Одновременно с оттаиванием из батарей удаляется масло. Для полного удаления вязкого масла необходимы хороший прогрев и достаточная продолжительность оттаивания. Чем ниже температура кипения, тем больше продолжительность процесса оттаивания, требуемая для разогрева и слива масла в дренажный ресивер.

После полного удаления снеговой шубы закрывают вентиль *5* на трубопроводе горячего аммиака и открывают вентиль *3* на всасывающем трубопроводе и вентиль *1* на трубопроводе жидкого аммиака. Открыв вентили *8* и *9,* спускают масло из ресивера в маслосборник. После спуска масла вентили *8* и *9* закрывают и открывают на маслосборнике вентиль *10* для снижения в нем давления до давления всасывания. Понизив давление в маслосборнике, закрывают вентиль *10* и выпускают из него масло.

Жидкий аммиак из ресивера перепускают в испарительную систему, открыв вентили *7* и *6*, а также регулирующий вентиль у регулирующей станции. После освобождения ресивера от жидкого аммиака закрывают вентили *6* и *7*, открывают вентиль *2* для понижения в ресивере давления до давления кипения. По достижении давления кипения вентиль *2* закрывают и все вентили переключают в рабочее положение в соответствии с их назначением.

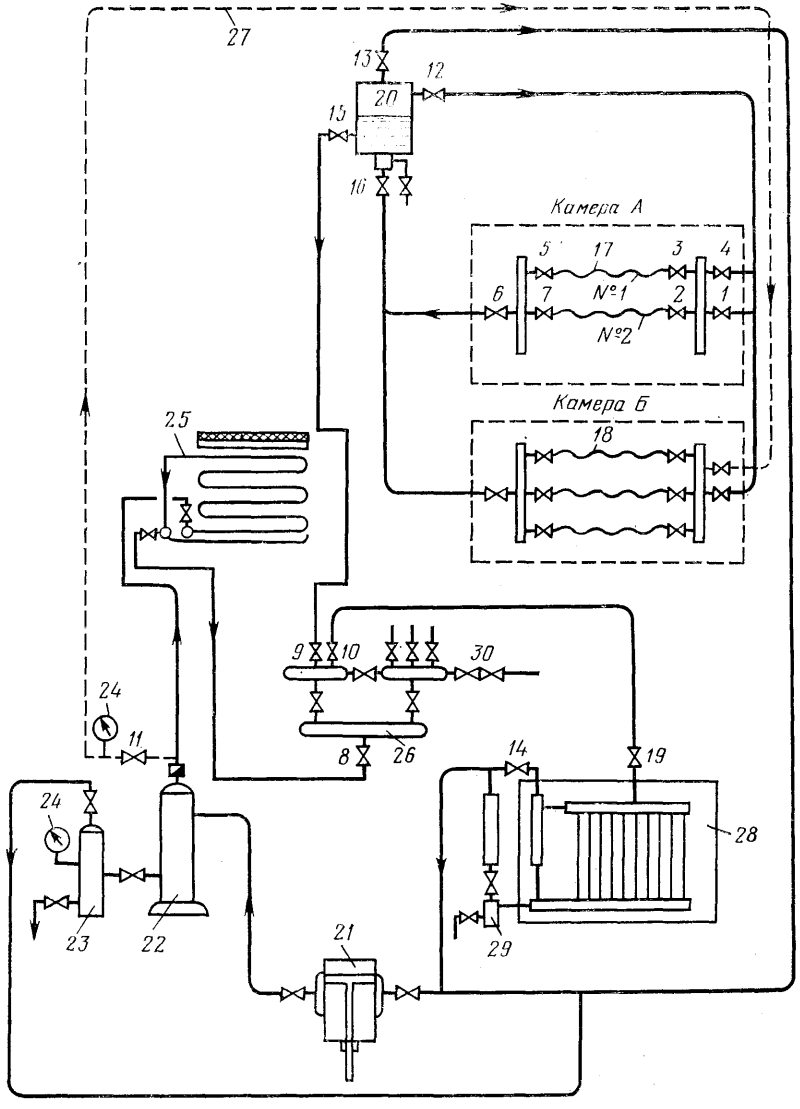


Рис. 28. Принципиальная схема продувки горячими парами аммиака батарей в загрузочных камерах при отсутствии дренажного ресивера:

1—16 и *19* — аммиачные запорные вентили; *17* и *18* — охлаждающие батареи камер *А* и *Б*; *20* — отделитель жидкости; *21* — компрессор; *22* — маслоотделитель; *23* — маслосборатель; *24* — манометры; *25* — конденсатор; *26* — регулирующая станция; *27* — линия горячего аммиака; *28* — испаритель; *29* — маслосборник; *30* — вентиль для пополнения системы аммиаком

Продувка батарей горячими парами аммиака при отсутствии в системе дренажного ресивера. Для примера рассмотрим продувку батарей камеры *А* (рис. 28). Из батарей (пусть это будет батарея № 1) отсасывают аммиак на вакуум. Для этого предварительно закрывают следующие вентили: *9* — у регулирующей станции; *15* — у отделителя жидкости; *6* — у жидкостного коллектора; *5* и *7* — на трубопроводах подачи жидкого аммиака в батареи камеры *А*; 2 — на всасывающем трубопроводе из батареи № 2 камеры *А*; *4* — на трубопроводе горячего аммиака. Вентили на трубопроводах подачи жидкого аммиака и трубопроводах всасывания холодных паров аммиака из батарей камеры *Б* также должны быть закрыты. Вентили *3, 1, 12* и *13* должны быть открыты.

Производят отсос паров аммиака из испарителя, закрыв регулирующий вентиль *10* и запорный вентиль *19* у испарителя. Вентиль *14* должен быть открыт. После снижения давления в батарее № 1 до вакуума и отсоса паров аммиака из испарителя производят следующие переключения: закрывают общий запорный вентиль *1* на всасывающем трубопроводе у газового коллектора, вентиль *8* на трубопроводе жидкого аммиака между конденсатором и регулирующей станцией, вентили *12* и *13* у отделителя жидкости и вентиль *14* на всасывающем трубопроводе из испарителя; открывают вентиль *5* на трубопроводе подачи жидкого аммиака в батарею № 1, вентиль *6* у жидкостного коллектора и вентили *9, 10, 15, 16* и *19*, а затем вентиль *4* на трубопроводе горячего аммиака у всасывающего коллектора; вентиль *3* не закрывают.

Проверив правильность переключений, постепенно открывают вентиль *11*, расположенный у маслоотделителя на трубопроводе горячего аммиака, не допуская повышения давления свыше 600 кПа ($\sim$6 кгс/см^2). Под действием образовавшегося давления масло и загрязнения удаляются из батареи № 1 камеры *А* через отделитель жидкости в испаритель.

После продувки батареи № 1 ее выключают и включают для продувки следующую батарею. Окончив продувку всех батарей одной камеры, выпускают масло из маслосборника испарителя, а вентили батарей переключают в рабочее положение. Иногда, прежде чем выпускать масло из испарителя, производят отсос паров аммиака, который вместе с маслом попал в испаритель.

Если на холодильнике нет испарителя или льдозавода, продувку можно производить через отделитель жидкости и другие батареи непосредственного охлаждения. Порядок продувки батарей в этом случае аналогичен указанному. Выпуск масла производят через маслоспускной кран отделителя жидкости.

При оттаивании снеговой шубы и продувке охлаждающих устройств горячими парами аммиака руководствуются инструкцией (см. приложение 6).

Удаление снеговой шубы с батарей систем охлаждения с промежуточным хладоносителем

В системах с промежуточным хладоносителем удаление снеговой шубы осуществляют с помощью теплого рассола температурой 45—50 °С.

Перед оттаиванием рассол из теплого бака служебным насосом прогоняют через подогреватель и снова сливают в этот бак. Когда температура рассола достигнет указанной выше температуры, закрывают задвижки на входе холодного рассола в батареи, включают насос для подачи теплого рассола и открывают задвижки на входе теплого рассола в батареи, который вытесняет из них холодный рассол в основной бак. Как только температура рассола на сливе из батарей начнет повышаться, переключают слив на бак с теплым рассолом.

Во время оттаивания следят за температурой нагретого рассола, которая не должна превышать 50 °С во избежание интенсивного выпадения кристаллов соли на поверхности труб подогревателя рассола.

После удаления снеговой шубы теплый рассол сливают из батарей в первый бак, подают в них слитый ранее холодный рассол и восстанавливают нормальную работу охлаждающих батарей. Талую воду сливают в канализацию.

Удаление снеговой шубы с воздухоохладителей

Периодичность и продолжительность оттаивания воздухоохладителей устанавливают с помощью реле времени различных типов и конструкций (многоконтактные электромеханические, комбинированные и др.). При достижении контролируемым параметром заданного значения реле подает сигнал на включение процесса оттаивания, который прекращается через установленный интервал времени, ограничивая его каким-нибудь одним параметром (например, температурой воздуха в камере или температурой поверхности батареи).

Для управления процессом оттаивания можно использовать реле температуры, контролирующее температуру воздуха в камере. Схема управления строится так, что при одном значении температуры подается сигнал на включение, а при другом значении — на отключение процесса оттаивания. С помощью реле температуры можно также контролировать высоту слоя инея, расположив датчик реле на некотором расстоянии от трубы или ребра батареи воздухоохладителя. Увеличение слоя инея и погружение в него датчика реле вызывают понижение температуры последнего, вследствие чего срабатывает контактное устройство прибора, что служит сигналом к включению процесса оттаивания. Расположив датчик реле температуры непосредственно на

поверхности трубы или ребра батареи, оттаивание заканчивают при достижении заданной температуры поверхности, предотвращая чрезмерное ее нагревание после освобождения от инея.

Осуществлять управление процессом оттаивания можно также с помощью реле давления, контролирующего давление в батарее воздухоохладителя.

Оптимальным параметром для управления процессом оттаивания считают высоту слоя инея на поверхности батареи. В ГДР, например, высоту слоя инея контролируют с помощью подвижного щупа, представляющего собой якорь электромагнита. При достижении заданной высоты слоя инея отключается холодильная машина и включаются электронагреватели, обогревающие батарею воздухоохладителя. Указанный способ управления процессом оттаивания является одним из наиболее точных.

Во ВНИКТИхолодпроме разработан способ для управления процессом оттаивания, основанный на преобразовании разности давлений воздуха до и после батареи воздухоохладителя в электрический управляющий сигнал. По мере обмерзания охлаждающей поверхности разность давлений воздуха до и после батареи повышается и может достигать 500 Па (~50 мм вод. ст.). Повышение разности давлений воздуха происходит почти пропорционально росту слоя инея. Для реализации этого способа разработано устройство типа УУОВО-1, конструкция которого представлена на рис. 29.

Цилиндрический корпус закрыт крышкой, к которой приварен внутренний сосуд и патрубки для подключения к воздухоохладителю. Сосуд расположен внутри корпуса эксцентрично и прижат к его стенке. Корпус и сосуд, изготовленные из диамагнитного материала, заполнены незамерзающей жидкостью и соединены между собой. Внутри сосуда расположен поплавок из пенополиуретана, обтянутый пленкой, с магнитом, взаимодействующим с герконом, который в защитном капроновом кожухе укреплен на стенке корпуса хомутом. При изменении уровня жидкости в сосуде вследствие изменения разности давлений воздуха до и после батареи воздухоохладителя поплавок, несущий магнит, перемещается вертикально, что приводит к срабатыванию геркона при заданном значении высоты слоя инея. Настройку осуществляют перемещением хомута с герконом вдоль образующей линии корпуса.

Во ВНИКТИхолодпроме предложены также способ и устройство для управления процессом оттаивания воздухоохладителя, основанные на определении степени обмерзания батареи по массе скопившегося на ней инея (рис. 30).

При увеличении массы инея на батарее воздухоохладителя изменяется напряжение в деталях опор, контролируемое тензодатчиками, включенными в цепь преобразователя, срабатывающего при достижении заданного значения массы инея. Вме-

сто контролирующих тензодатчиков может быть использован постоянный магнит, взаимодействующий с магнитоуправляемым контактом.

Внедрение указанных устройств для управления процессом оттаивания воздухоохладителей комплексно со схемами автоматизации, ранее разработанными ВНИКТИхолодпромом, позволит полностью автоматизировать процесс оттаивания возду-

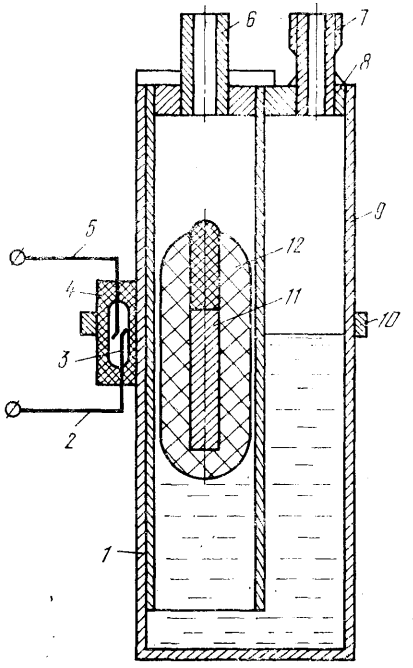


Рис. 29. Устройство для управления процессом оттаивания воздухоохладителя УУОВО-1:

1 — сосуд; *2* и *5* — провода; *3* — геркон; *4* — кожух; *6* и *7* — патрубки; *8* — крышка; *9* — корпус; *10* — хомут; *11* — магнит; *12* — поплавок

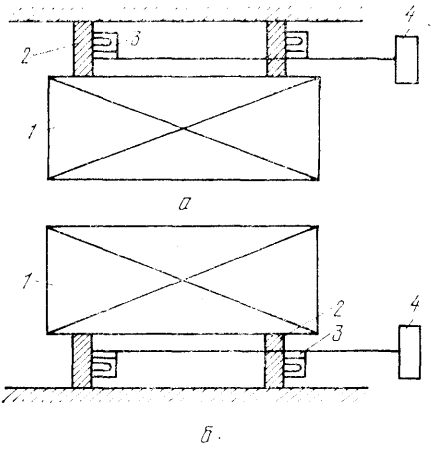


Рис. 30. Схема осуществления способа определения степени обмерзания батареи воздухоохладителя по массе инея:

а — для подвесного воздухоохладителя; *б* — для напольного воздухоохладителя; *1* — батарея; *2* — опора; *3* — тензодатчик; *4* — преобразователь

хоохладителей, что даст значительный экономический эффект и облегчит труд обслуживающего персонала.

Для нагревания охлаждающих приборов воздухоохладителей применяются входящие в их конструкцию электрогрелки, орошение их поверхности теплой водой или обдув горячим паром, нагревом изнутри теплыми парами хладагента или нагретым рассолом. При оттаивании воздухоохладителей снеговая шуба опадает в подогреваемый поддон, где полностью тает, а затем удаляется по сливному трубопроводу за пределы ох-

лаждаемого помещения. В случае оттайки воздухоохладителя горячими парами хладагента производят отсос из него паров, открывают слив в дренажный ресивер, останавливают вентилятор, включают электрогрелки подогрева поддона и дренажного трубопровода воды, включают электрогрелки воздухоохладителя или орошение теплой водой. Оставшиеся в воздухоохладителе холодильный агент и масло сливают в дренажный ресивер, в котором поддерживают низкое давление. По окончании процесса оттаивания воздухоохладителя систему переключают на охлаждение.

Добавление масла в картер компрессора

Для добавления масла в картер компрессора делают следующее:

к наполнительному вентилю присоединяют шланг, второй конец которого опускают в ведро с маслом, имеющее решетку на дне;

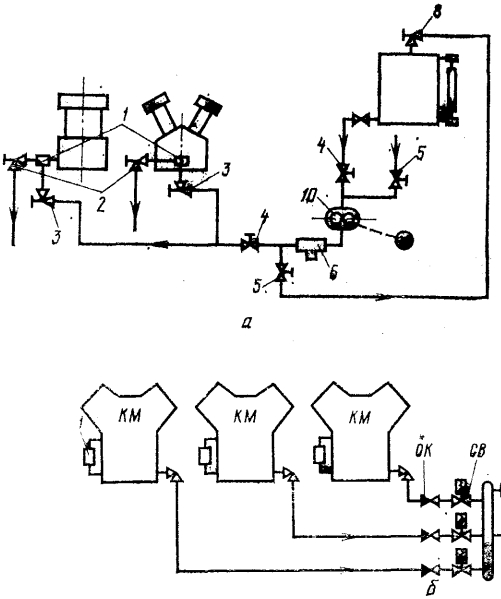


Рис. 31. Схемы заправки компрессора маслом:
а — с помощью шестеренчатого насоса; *1* — тройник; *2—8* — вентили; *9* — масляный бак; *10* — шестеренчатый насос; *11* — фильтр; *б* — автоматически: *1* — датчик уровня; *2* — регулятор давления масла; *3* — шестеренчатый насос

прекращают подачу жидкого аммиака в испаритель;

прикрывают всасывающий вентиль для создания в картере вакуума и, открывая масляный вентиль, заполняют картер маслом до верхней отметки на стекле. После этого закрывают масляный вентиль, открывают всасывающий вентиль и возобновляют подачу жидкого аммиака в испаритель.

В крупных холодильных установках применяют схему централизованного заполнения или добавления масла с помощью шестеренчатого насоса (рис. 31, *а*), которая не только облегчает эту работу, но и обеспечивает чистоту подаваемого масла. Заполнение картера компрессора производится из бака через вентиль *3* шестеренчатым насосом *10*. На линии подачи масла открывают все вентили, кроме вентиля у компрессора. При включении насоса создается давление масла, превышающее давление хладагента в картере на 0,2—0,3 МПа (~2—3 кгс/см^2).

Пополнение масла может осуществляться автоматически (рис. 31, *б*). На картере каждого компрессора установлен датчик уровня, контролирующий уровень масла. При снижении уровня масла дается сигнал на соленоидный вентиль и происходит добавление масла в картер компрессора. Наличие обратных клапанов исключает перетечку масла из одного компрессора в другой за счет различия давлений в картерах. Шестеренчатый насос включается при необходимости подачи масла в любой из компрессоров и останавливается при закрытии соленоидного вентиля. Предохранительный клапан не допускает повышения избыточного давления масла в системе выше 0,6 МПа (~6 кгс/см^2).

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^2 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 значе-

ния концентрации определяемого компонента в пределах диапазона измерения.

Стационарный автоматический газоанализатор ФК-0066 служит для сигнализации о наличии в воздухе производственных помещений аммиака, двуокиси 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 β-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 ±15 % от диапазона измерения.

Во ВНИКТИхолодпроме разработан сигнализатор концентрации паров аммиака в воздухе помещений полностью автоматизированных компрессорных цехов, предназначенный 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-1б. Вторичный прибор сигнализатора устанавливается в щитовом помещении. Конструкция прибора проста, он надежен в эксплуатации и требует минимального обслуживания.

Определение наличия 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 см³ 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 см³, из отгонной части берут 5 см³ и прибавляют 1,2 см³ реактива Несслера.

Раствор Несслера приготовляют следующим образом. Взбалтывают 4,4 г йодистого калия и 1,6 г сулемы (или 2,15 г бромной ртути) со 100 см³ 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 неисчезающего осадка, после чего прибавляют 20 г едкого кали (или 15 г едкого натра), 125 см³ 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 см³. 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).

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 приготовляют путем погружения полосок фильтровальной бумаги в раствор, содержащий 0,1 г фенолрота, 100 $см^3$ спирта-ректификата и 20 $см^3$ 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 стеклян-

Таблица 13. **Цвета окраски индикаторов**

Индикатор	Среда		
	кислая	нейтральная	щелочная
Лакмус	Красная	Фиолетовая	Синяя
Метилрот	То же	Желтая	Желтая
Метилоранж	Розовая (красная)	Оранжевая	То же
Реактив Несслера с сегнетовой солью (для проверки наличия NH_3 в воде и рассоле)	Бесцветная	Бесцветная	Синяя
Фенолрот (фенолсульфофталеин)	Желтая	Красная	Красная

ная 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. 13.

В качестве индикаторов применяют также индоаминовые, индоамилиновые и индофеноловые красители, а также универсальные — для определения pH 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.

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 запреща-

ются. 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.

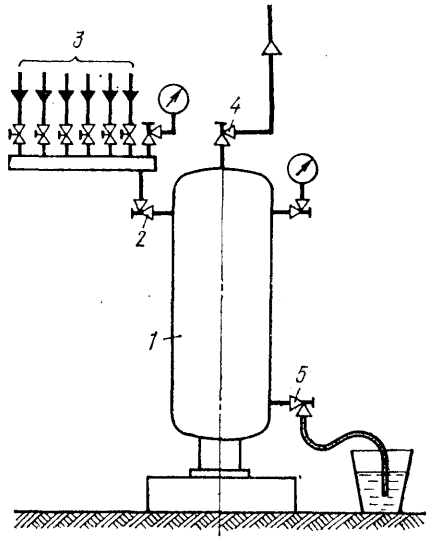


Рис. 32. Схема включения маслосборника:

1 — маслосборник; *2* — вентиль для наполнения маслосборника маслом; *3* — масло из аппаратов; *4* — вентиль для отсасывания паров аммиака к отделителю жидкости; *5* — вентиль для спуска масла

Выпуск масла из системы

В процессе эксплуатации необходимо периодически выпускать масло из всех аппаратов и сосудов (кожухотрубные конденсаторы и испарители, ресиверы, промежуточные сосуды, отделители жидкости), в которых масло осаждается за счет большей, чем у жидкого аммиака, плотности. Выпуск масла из маслоотделителей, аппаратов высокого и низкого давления следует производить регулярно по графику, составленному с учетом производительности и состояния компрессоров, типа маслоотделителей и особенности работы установки. Периодичность выпуска масла при интенсивной работе холодильной установки рекомендуется следующая: из маслоотделителя и промежуточных сосудов — через каждые 5 дней; из испарителей — через каждые 10 дней; из конденсаторов, ресиверов и отделителей жидкости — 1 раз в месяц; из охлаждающих приборов камер — при каждом снятии снеговой шубы горячими парами аммиака. Выпуск масла непосредственно из аппаратов холодильной установки запрещается.

Масло, скопившееся в нижней части аппарата, вначале спускают в маслосборник. Для этого открывают вентиль *4* (рис. 32), соединяющий маслосборник с испарительной системой, и отсасывают пары аммиака из маслосборника. После снижения давления в маслосборнике до давления всасывания (контроль осуществляют по манометру, установленному на маслосборнике)

вентиль *4* закрывают и открывают вентиль *2* подачи масла. Во время перепуска масла из аппарата или маслоотделителя в маслосборник давление в последнем постоянно повышается. Когда это давление значительно повысится, закрывают вентиль *2*, осторожно открывают вентиль *4* на 20—30 мин для отсоса паров аммиака из маслосборника и включают подогрев маслосборника. Масло из маслосборника выпускают через шланг,

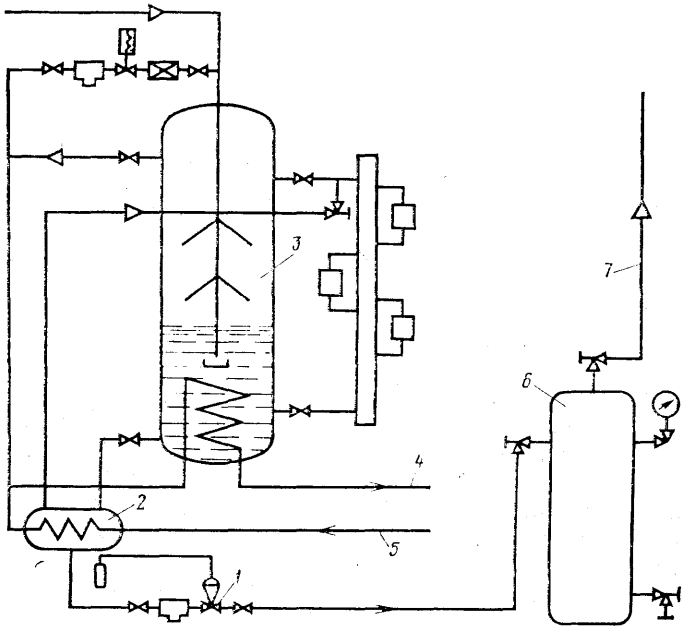


Рис. 33. Схема автоматического выпуска масла из промежуточного сосуда:
1 — терморегулирующий вентиль; *2* — теплообменник; *3* — промежуточный сосуд; *4* — жидкий аммиак к регулирующей станции; *5* — жидкий аммиак из линейного ресивера; *6* — маслосборник; *7* — пар аммиака к отделителю жидкости

присоединенный к вентилю *5*, в специальную емкость. Избыточное давление в маслосборнике до выпуска масла из него рекомендуется снизить до 50 кПа (~0,5 кгс/см^2). При выполнении указанных работ соблюдают следующие меры безопасности: надевают противогаз марки КД, резиновые перчатки и включают вытяжную вентиляцию (если маслосборник расположен в машинном отделении). Выпущенное масло подвергают регенерации. Выпуск масла из аппаратов, работающих при давлении кипения, производится после их отключения и достаточного отепления.

Из промежуточного сосуда выпуск масла происходит автоматически, с помощью ТРВ (рис. 33). Ниже промежуточного сосуда расположен теплообменный аппарат, по змеевику кото-

рого протекает жидкий аммиак, поступающий из линейного ресивера к промежуточному сосуду. Масло поступает в теплообменный аппарат самотеком. В результате теплообмена температура его повышается, находящийся в нем аммиак испаряется и направляется в промежуточный сосуд. При накоплении в теплообменном аппарате достаточного количества отепленного масла термочувствительный патрон ТРВ, расположенный в месте выхода масла, открывается и перепускает часть масла из теплообменного аппарата, в маслосборник. Если в теплообменном аппарате масла нет или его мало, ТРВ закрывается. Вместо ТРВ для регулирования выпуска из промежуточного сосуда масла можно использовать соленоидный вентиль, управляемый дифференциальным реле температуры типа ДЛР, КТР2М или реле температуры, настраиваемым на срабатывание при определенной температуре (10 °С).

Выпуск воздуха из системы

При выполнении монтажных работ, вскрытии компрессоров, трубопроводов и аппаратов для ремонта или осмотра, при неплотности в соединениях, сальниках компрессора или запорной арматуре (если давление в них ниже атмосферного), добавлении хладагента и масла в систему проникает воздух, который накапливается в конденсаторе и линейном ресивере.

О наличии воздуха в холодильной системе можно судить по следующим факторам: при работающих компрессорах образуется значительная разность между температурой жидкого хладагента, выходящего из конденсатора, и температурой, соответствующей давлению в конденсаторе; при неработающих компрессорах — повышенное давление в конденсаторе против давления, которое соответствует температуре охлаждающей воды; повышенная температура пара после его сжатия в компрессоре; колебания стрелок манометров.

При удалении воздуха из системы через воздухоотделитель его выпускают непрерывно, без остановки компрессора, при незначительных потерях аммиака. Отбор паровоздушной смеси к воздухоохладителю производят обычно из линейного ресивера. Для нормального отвода воздуха на трубопроводе слива жидкого аммиака из конденсатора в линейный ресивер не должно быть гидравлических затворов. Не допускается располагать переохладитель жидкого аммиака на трубопроводе между конденсатором и линейным ресивером. Жидкий аммиак следует направлять в переохладитель из линейного ресивера.

При отсутствии воздухоохладителя воздух удаляют из системы во время остановки компрессоров из верхней точки конденсатора через шланг в сосуд с водой. Перед выпуском воздуха конденсатор в течение 1—2 ч охлаждают водой, при этом пары хладагента конденсируются, а воздух поднимается вверх.

Воздух в виде пузырьков выходит через воду, а аммиак поглощается водой. Прекращение появления пузырьков свидетельствует о том, что воздуха в системе нет. Выход паров аммиака в воду обнаруживается по характерному потрескиванию и нагреванию воды. Выпуск воздуха через воздухоспускной кран связан с большими потерями аммиака.

Во время выпуска воздуха необходимо соблюдать все меры предосторожности, не отходить от конденсатора, иметь наготове противогаз и резиновые перчатки, включать в работу приточно-вытяжную вентиляцию. Воду при удалении воздуха следует по возможности чаще менять, не допуская большой концентрации паров аммиака в воздухе машинного отделения.

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 воздухоспускным, 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 м³ и заполнение их допускается в размере не более 80 %.

Таблица 14. **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	—

Баллоны для аммиака окрашивают в желтый цвет с надписью черной масляной, эмалевой или нитрокраской «Аммиак» (табл. 14).

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 забракованные баллоны наносят круглое клеймо диаметром 12 мм с изображением креста внутри круга.

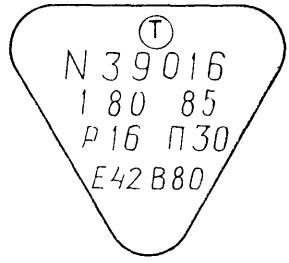


Рис. 34. Образец клеймения баллона

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. 34) 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).

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 ГОСТ 6221—82 заполнять систему аммиаком не разрешается.

При отправке из-за неисправности баллона на завод-наполнитель должна быть сделана предупредительная надпись на баллоне «Неисправный, с аммиаком» и приписка в сопроводительном письме о неисправности баллона и наличии в нем аммиака. Кроме того, необходимо предупредить об этом лицо, сопровождающее баллон.

Наполненные баллоны с насаженными на них башмаками хранят на складе в вертикальном положении. Для предохранения от падения необходимо устанавливать баллоны в специально оборудованных гнездах, клетках или ограждать их барьерами. Баллоны, не имеющие башмаков, хранят в горизонтальном положении на деревянных рамах или стеллажах с прокладками между рядами баллонов, вентилями в одну сторону, с надетыми на них защитными колпаками. Высота штабеля горизонтально уложенных баллонов не должна превышать 1,5 м.

Склады для хранения аммиака в баллонах относятся к категории Б по взрывопожароопасности (по СНиП) и классу В-1б по взрывоопасности (по ПУЭ). Вместимость склада не должна превышать годовой расход его на пополнение системы и неприкосновенный нормативный запас. Склад для хранения наполненных аммиаком баллонов строят одноэтажным с легким бесчердачным покрытием высотой не менее 3,25 м. Стены и покрытие склада изготовляют из несгораемых материалов не ниже II степени огнестойкости. Пол делают ровным с нескользкой поверхностью. Окна и двери устанавливают так, чтобы они открывались наружу и имели матовые или закрашенные белой краской стекла. Помещения склада оборудуют естественной или искусственной вентиляцией в соответствии со СНиПII-33—82 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Склад располагают в зоне молниезащиты, выполненной по I категории в соответствии с Инструкцией по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений (СН-305—77), и оборудуют его средствами пожаротушения по нормам, утвержденным органами Государственного пожарного надзора. Склады вместимостью до 500 баллонов (в пересчете на 40-литровые) размещают на расстоянии 20 м от складских и производственных помещений, 50 м от жилых домов и 100 м от общественных зданий (театров, клубов). Пользоваться открытым пламенем и хранить горючие материалы вблизи склада разрешается только на расстоянии не менее 10 м. Курить на складе и входить в него без противогаза не разрешается. У входа на склад должны быть надписи: «Опасно», «Курить воспрещается», «В случае пожара звонить по телефону 01».

Температура воздуха на складе не должна превышать 35 °С. На складе должны быть вывешены инструкции и правила обращения с аммиачными баллонами. Склад должен запираться и содержаться в чистоте. Не разрешается помещать в нем,

хотя бы временно, какие-либо предметы или материалы, кроме баллонов с инертными газами (углекислый газ, азот).

Хранить баллоны с аммиаком в машинном отделении, компрессорном зале, а также и в других помещениях, не являющихся специальными складами для хранения баллонов с аммиаком, не разрешается. При кратковременном хранении не более 2—3 баллонов с аммиаком вне специального склада допускается размещение их снаружи возле машинного отделения. Запрещается помещать их у источников тепла (печей, отопительных устройств, паровых труб), а также хранить без защиты от солнечных лучей.

При длительном хранении баллонов, заполненных аммиаком, после наступления очередного срока освидетельствования от партии до 100 шт. отбирают и проверяют 5 баллонов, от партии до 500 шт. 10 баллонов. В случае удовлетворительных результатов освидетельствования срок хранения устанавливается лицом, производившим освидетельствование, но не более чем 2 года. Результаты выборочного освидетельствования оформляют соответствующим актом. При неудовлетворительных результатах освидетельствования производят повторное освидетельствование баллонов в таком же количестве.

В случае неудовлетворительных результатов при повторном освидетельствовании дальнейшее хранение всей партии баллонов не допускается; газ из баллонов должен быть удален в срок, указанный лицом (представителем администрации), производившим освидетельствование, после чего баллоны должны быть подвергнуты техническому освидетельствованию каждый в отдельности.

Ремонт баллонов (пересадка башмаков и колец для колпаков) и вентилей производят на заводах-наполнителях. По разрешению местных органов Госгортехнадзора ремонт баллонов и вентилей может осуществляться в специальных мастерских. Вентиль после ремонта, связанного с его разборкой, проверяют на плотность при рабочем давлении. Производить насадку башмаков на баллоны разрешается только после удаления газа, вывертывания вентилей и соответствующей дегазации баллонов. Очистка и окраска наполненных газом баллонов, а также укрепление колец на их горловинах запрещается.

Транспортировка аммиака. Баллоны, заполненные аммиаком, должны перевозиться на рессорном транспорте или на автокарах в горизонтальном положении, обязательно с прокладками между ними. В качестве прокладок могут применяться деревянные бруски с вырезанными гнездами для баллонов, а также веревочные или резиновые кольца толщиной не менее 25 мм (по два кольца на баллон) или другие прокладки, предохраняющие баллон от ударов. Наполненные аммиаком баллоны укладывают на прокладки вентилями в одну сторону и

укрывают брезентом, смачиваемым в летнее время водой. Они должны иметь заглушки на штуцерах и защитные колпаки. Переносить баллоны без использования носилок не разрешается. Во время погрузки, транспортировки, разгрузки и хранения должны приниматься меры против падения, повреждения и загрязнения баллонов. Лица, транспортирующие баллоны, наполненные аммиаком, должны быть ознакомлены с инструкцией по технике безопасности при перевозке баллонов.

Инструкция по хранению, опорожнению баллонов и наполнению их аммиаком из системы приведена в приложении 7.

Освидетельствование, гидравлические испытания, маркировка, клеймение и хранение баллонов производятся в соответствии с правилами Госгортехнадзора СССР. Хранение одного баллона согласно правилам техники безопасности разрешается в машинном отделении.

Регенерация отработавших смазочных масел

Масло, удаленное из холодильной установки, подвергают регенерации (восстановлению) и добавляют к свежему маслу или используют для смазки вспомогательных механизмов. Качество слитого смазочного масла оценивают по вязкости, температуре вспышки, количеству механических примесей, кислотности.

Регенерация смазочного масла осуществляется для удаления из него всех загрязнений. Для регенерации масла применяют отстой, фильтрацию и сепарирование. Отстой производится в маслоотстойниках. Для ускорения отстоя осуществляют подогрев масла до 80—90 °С. В маслоотстойниках масло не полностью очищается от мелких взвешенных частиц. Очистка масла от таких частиц производится в фильтрах с тканями (бязь, байка), металлическими сетками, войлоком, бумагой или в фильтр-прессах с фильтрующим сукном. После отстоя и фильтрации окончательную очистку масла от воды и мелких механических примесей производят в сепараторах.

Объединение «Вторнефтепродукт» по техническому заданию ВНИКТИхолодпрома разработало установку УРХМ-50 (рис. 35) для регенерации холодильных масел. Процесс регенерации масла осуществляется в такой последовательности. Перед подачей на установку отработавшее масло освобождается от аммиака в специальном маслосборнике, обогреваемом змеевиком, через который проходит жидкий аммиак от линейного ресивера к регулирующей станции. Из маслосборника масло поступает в реактор *1*, в котором нагревается до температуры 85±5 °С. После добавления в нагретое масло воды с температурой 60—80 °С в соотношении 1 : 1 происходит процесс перемешивания в течение 5—10 мин сжатым воздухом под давлением 0,2—0,4 МПа (~2—4 кгс/см²) и отстаивания при выключенном обогреве в течение 1 ч. Затем из нижней части реактора сливается

водо-грязевой шлам. Процесс промывки водой повторяется два раза.

Отстоявшееся масло плунжерным насосом *2* подается в электрическую печь *3*, нагревается до температуры 120—150 °С и из нее поступает в испаритель *5*, в котором освобождается от паров воды, отводимых в холодильник, где они конденсируются. Образовавшийся в холодильнике конденсат удаляют в сборник отгона. В испарителе при помощи вакуум-насоса поддержива-

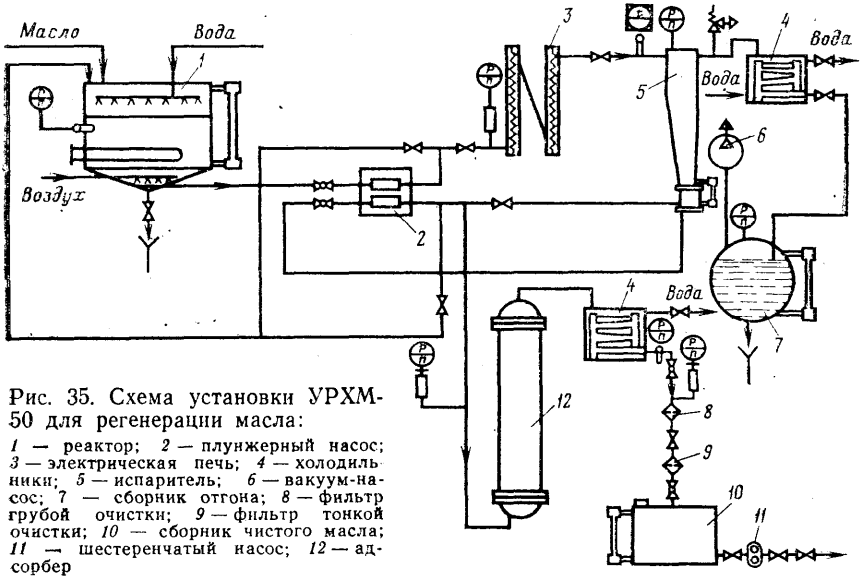


Рис. 35. Схема установки УРХМ-50 для регенерации масла:

1 — реактор; *2* — плунжерный насос; *3* — электрическая печь; *4* — холодильники; *5* — испаритель; *6* — вакуум-насос; *7* — сборник отгона; *8* — фильтр грубой очистки; *9* — фильтр тонкой очистки; *10* — сборник чистого масла; *11* — шестеренчатый насос; *12* — адсорбер

ется абсолютное давление 0,08—0,086 МПа (~600—650 мм рт. ст.).

Обезвоженное масло из нижней части испарителя подается плунжерным насосом *2* в адсорбер *12*, заполненный силикагелем. В адсорбере из масла удаляются кислотные соединения и асфальтосмолистые вещества. Окончательная очистка масла осуществляется в патронных фильтрах *8* и *9* соответственно грубой (25—30 мкм) и тонкой (3—5 мкм) очистки. Затем регенерированное масло направляется в сборник *10* и после проверки его качества подается насосом в систему централизованного маслоснабжения компрессоров.

Применение регенерационной установки УРХМ-50 позволяет получать качественные регенерированные масла марок ХА-23 и ХП-30 для повторного использования в аммиачных холодильных установках. При заполнении картера компрессора смазочным маслом к свежему маслу можно добавлять 30—45 % отработавшего, подвергнутого регенерации.

Глава 5. РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Общие сведения

Надежность и длительность срока службы холодильного оборудования в значительной степени зависят от своевременного проведения ремонта и правильной организации его. Основой организации ремонта является система планово-предупредительного ремонта (ППР) [1], проводимого по заранее составленным графикам, что обеспечивает непрерывное поддержание оборудования в работоспособном состоянии, не позволяет доводить износ до предельного и предупреждает аварийный выход оборудования из строя.

Сдача оборудования в ремонт и прием его из ремонта оформляются соответствующими актами.

Работы по ремонту холодильного оборудования регламентируются существующими правилами техники безопасности. Согласно этим правилам ни один рабочий не может быть допущен к работе, пока он не пройдет соответствующего инструктажа. Практика показывает, что несчастные случаи происходят чаще с рабочими, вновь пришедшими на производство, поэтому проведению инструктажей необходимо уделять особое внимание. Знания правил техники безопасности проверяют у каждого производственного рабочего, связанного с ремонтом холодильного оборудования. Внеочередной повторной проверке знаний правил техники безопасности подвергаются лица, нарушившие эти правила.

За безопасное выполнение работ отвечают следующие лица:

лицо, выдающее наряд,— за необходимость и возможность (в данных условиях) производства работ, полноту указанных в наряде мер безопасности и достаточную квалификацию исполнителей работы;

ответственный руководитель работы — за выполнение указанных в наряде мер и осуществление периодического надзора за ведением работы;

ответственный исполнитель — за техническое руководство и соблюдение рабочими мер безопасности, указанных в наряде; он должен все время находиться на месте работы и наблюдать за работающими;

допускающий к работе (начальник цеха, механик) — руководитель того подразделения, где работа выполняется; он отвечает за правильность отключения от энергоносителей или холодильной системы и дачу указаний ответственному исполнителю работ, какое оборудование взрывоопасно, находится под

---

[1] О системе ППР см. справочник «Эксплуатация холодильников» серии «Холодильная техника» (под ред. А. В. Быкова), М., 1977, с. 108.

напряжением или давлением и др. После окончания данной работы наряд закрывается соответствующей записью в нем об окончании работы и подписями ответственного исполнителя и допускающего к работе.

Применение системы нарядов

Наряд — это письменное распоряжение на ремонт оборудования холодильной установки, определяющее место, время и условия ее выполнения, необходимые меры безопасности, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работ при ремонте оборудования. Организационными мероприятиями при этом являются: оформление наряда или распоряжения, допуск к работе, надзор во время работы, перевод на другое рабочее место, оформление перерыва или окончания работ. Отвечают за безопасность работ, выполняемых по нарядам, следующие лица: выдающий наряд, ответственный руководитель работ, производитель работ, допускающий к работам. Выдает наряды начальник ремонтно-механического цеха предприятия. Промежуточные наряды выдает мастер (бригадир). Распоряжение на проведение работ без наряда выдается техническим руководителем предприятия. Содержание распоряжения и его выполнение записываются в суточном журнале работы компрессорного цеха или в журнале регистрации нарядов.

Срок действия распоряжения — одни сутки. Лицо, выдающее наряд и распоряжение, определяет необходимость выполнения работы и отвечает за возможность безопасного его выполнения, а также за правильность и полноту указанных в наряде мер безопасности.

Ответственный руководитель работ отвечает за численный состав бригады и достаточность квалификации лиц, включенных в нее. Производитель работ, принимая рабочее место от допускающего, отвечает за правильность выполнения мер безопасности, необходимых для проведения работ, и за техническое выполнение самих работ, следит за исправностью инструмента, такелажа, приспособлений и установленных на месте работы ограждений, наличием необходимых плакатов и т. д. Производителями работ могут назначаться работники ремонтного участка, в том числе рабочие не ниже IV разряда, хорошо знающие оборудование. При выполнении работ в тесных и особо опасных местах назначается наблюдающий для надзора за безопасностью рабочих. Он отвечает за правильность подготовки рабочего места и выполнение необходимых для производства работ мер безопасности.

Наряд выдается на руки производителю работ и только на одно рабочее место. Расширение рабочего места, изменение числа рабочих и условий выполнения работ без выдачи наряда не допускаются.

С момента допуска бригады к работам надзор за ней возлагается на производителя работ. Члены бригады отвечают за соблюдение ими лично правил техники безопасности и инструктивных указаний. Наряд на работу выписывают в двух экземплярах. Исправления и перечеркивания в них не допускаются. Оба экземпляра передаются ответственному лицу оперативного персонала, который регистрирует их в журнале учета нарядов. Один экземпляр наряда передается производителю работ, второй остается у допускающего и хранится в папке действующих нарядов. Проверка подготовки рабочих мест и допуск к работе оформляются подписями производителя работ и допускающего в соответствующих графах наряда.

После полного окончания всех работ ответственный руководитель и начальник компрессорного цеха (механик) лично проверяют вывод персонала из зоны производства работ, уборку материалов, инструментов и приспособлений с объекта работ и, удостоверяя своими подписями окончание работ, закрывают наряд.

Для повышения безопасности при проведении работ в компрессорном цехе опасные для прохода или нахождения в них людей зоны, особенно при производстве совмещенных работ, должны ограждаться канатом или переносными щитами с укрепленными на них соответствующими плакатами. При допуске к работе допускающий, ответственный руководитель и производитель работ обязаны лично проверить выполнение условий производства работ, относящихся к отключению компрессоров и вспомогательного оборудования; осмотреть вывешенные плакаты и запорную арматуру и убедиться в наличии подписей в наряде об отключении соответствующих электрических машин компрессоров (насосов). На закрытой запорной арматуре, рубильниках должны быть вывешены запрещающие плакаты, а на месте производства работы — плакат «Работать здесь».

Подготовка к ремонту компрессоров, насосов, вентиляторов должна производиться согласно условиям выполнения работы, указанным в наряде. После остановки на ремонт арматура их должна быть установлена в положение, обеспечивающее безопасность выполнения работы, а также произведено отключение электрических машин и других электрических цепей контроля и автоматики. При производстве ремонтных работ на электрической машине или компрессоре напряжение должно быть снято, кабель питания электрической машины должен быть заземлен в ячейке распределительного устройства или непосредственно у машины. В журнале должна быть сделана запись о том, для каких работ и по чьему требованию остановлена электрическая машина.

Четкое выполнение всех перечисленных мероприятий обеспечивает безопасное выполнение ремонтных работ оборудования на действующих холодильных установках.

Остановка аммиачного компрессора на ремонт

Остановку компрессора на ремонт производят по графику. Перед остановкой проверяют температуру нагрева деталей механизма движения (на ощупь), отсутствие стуков и шумов (прослушиванием), работу системы смазки и общее состояние компрессора (осмотром). Все обнаруженные дефекты записывают в дефектовочную ведомость. После проверки компрессор останавливают на ремонт с соблюдением требований правил техники безопасности.

При остановке одноступенчатого компрессора закрывают регулирующий вентиль подачи жидкого аммиака в испарительную систему. Спустя некоторое время, закрывают всасывающий запорный вентиль, отсасывают пары аммиака до остаточного давления в картере 20—30 кПа (~0,2—0,3 кгс/см²), выключают электродвигатель и для предотвращения перепуска паров хладагента с нагнетательной стороны в цилиндры компрессора закрывают нагнетательный запорный вентиль при последних оборотах коленчатого вала компрессора. Прекращают подачу воды на конденсатор, в водяные рубашки и сальник компрессора и на масляный холодильник, затягивают всасывающий и нагнетательный вентили специальным рычагом (крючком), снимают маховички вентилей и вешают на шпиндели таблички «Не открывать — в ремонте». Если после остановки компрессора давление в картере будет выше 0,1 МПа (~1 кгс/см²), т. е. показание мановакуумметра будет несколько выше нуля, что может произойти из-за перетекания паров аммиака при несвоевременном закрытии нагнетательного вентиля, то пары аммиака спускают под уровень воды через специальный вентиль, используя резиновый шланг. Смазочное масло из картера удаляют через сливной вентиль, отключают электродвигатель от электросети снятием вставок, вывешивают табличку с текстом «Не включать — в ремонте».

Перед остановкой на ремонт двухступенчатого компрессора закрывают регулирующий вентиль подачи жидкого аммиака в испарительную систему и отсасывают из нее пары хладагента; закрывают всасывающий вентиль низкой ступени; прекращают подачу жидкого аммиака в промежуточный сосуд и закрывают всасывающий вентиль низкой ступени; после отсоса паров аммиака из промежуточного сосуда закрывают всасывающий вентиль ступени высокого давления и выключают электродвигатель. После остановки электродвигателя быстро закрывают запорные вентили на нагнетании обеих ступеней (при этом рекомендуется в первую очередь закрыть нагнетательный вентиль ступени высокого давления), прекращают подачу воды, затягивают всасывающие и нагнетательные вентили специальным рычагом, крючком, снимают маховички и вывешивают на шпинделях вентилей табличку с надписью «Не открывать — в ремонте». Если

после остановки компрессора давление в картере превысит 0,1 МПа (~1 кгс/см²), т. е. показание манометра несколько выше нуля, что может произойти при несвоевременном закрытии запорных вентилей, то пары аммиака удаляют под уровень воды через спускной клапан, используя резиновый шланг. Затем сливают масло из картера через специально предусмотренный сливной вентиль, отключают электродвигатель от электросети снятием вставок и вывешивают табличку с надписью «Не включать — в ремонте».

Подготовка холодильного оборудования к ремонту

Перед началом вскрытия компрессоры освобождают от хладагента и масла, аппараты и системы трубопроводов — от хладагента, масла, воды и рассола. Средние и крупные холодильные установки освобождают от хладагента по частям, удаляя его из аппаратов, подлежащих ремонту, в рабочие. Возможно удаление хладагента из установки в баллоны. Остатки аммиака из компрессора удаляют в емкость, заполненную водой.

Для удаления хладагента из аппаратов высокого давления на современных холодильных установках предусматривают специальную линию (рис. 36). При отсутствии такой линии хладагент из аппаратов высокого давления удаляют при помощи обводных трубопроводов (показано пунктиром). В случае удаления хладагента через обводные трубопроводы пары конденсируются в испарительной системе. Кожухотрубные испарители охлаждают циркулирующим рассолом, приборы непосредственного охлаждения — воздухом. При работе с обводными трубопроводами контролируют давления нагнетания и всасывания. В этом случае давление в аппаратах испарительной системы не должно превышать давления испытания на герметичность. Переполнение рабочих аппаратов сверх норм, допустимых при эксплуатации, не разрешается.

Из аппаратов, имеющих дренажные трубопроводы, перед удалением парообразного хладагента выдавливают жидкий хладагент парами высокого давления. При удалении хладагента из конденсаторов и испарителей, заполненных соответственно водой и рассолом, не следует понижать давление в конденсаторе ниже давления, соответствующего температуре хладагента +1 °С, а в испарителе — ниже температуры замерзания рассола. Дальнейшее понижение давления допустимо только после удаления из аппарата воды или рассола.

Понижение давления в аппаратах осуществляют в несколько приемов, что позволяет предотвратить резкое уменьшение температуры стенок аппарата (соответственно снижение механической прочности стенок) и способствует выделению хладагента, растворенного в масле. После понижения давления в аппарате на 0,1—0,2 МПа (~1—2 кгс/см²) компрессор останавливают

на 2—3 ч. При достижении в аппарате избыточного давления 0,2—0,3 МПа (~2—3 кгс/см²) аппарат освобождают от масла.

Аппараты вскрывают только после полного их освобождения от хладагента, хладоносителя и масла и не ранее чем через 30 мин, когда в аппарате установится постоянное остаточное давление (вакуум). Аппараты и трубопроводы, в которых может оказаться остаток хладагента или масла, перед вскрытием продувают сжатым воздухом. Сварочные операции на аппаратах и трубопроводах до их освобождения от хладагента и продувки воздухом запрещаются. Вскрытие аппаратов и тру-

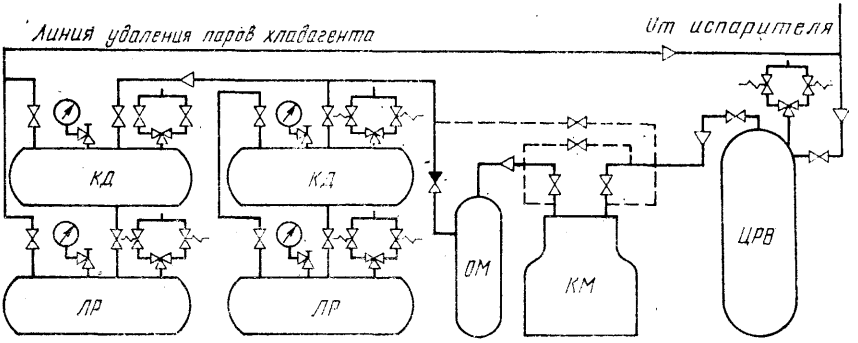


Рис. 36. Схема удаления хладагента из аппаратов стороны высокого давления при ремонте:
КД — конденсатор; *ЛР* — линейный ресивер; *ОМ* — маслоотделитель; *КМ* — компрессор; *ЦРВ* — циркуляционный ресивер

бопроводов, находящихся при температурах, близких к температуре кипения хладагента, не допускается.

В случае удаления остатков хладагента в емкость с водой выпуск немедленно прекращают при достижении в компрессоре давления, близкого к атмосферному, так как давление внутри компрессора при неотсоединенной емкости с водой будет продолжать понижаться из-за растворения аммиака в воде. При этом во внутренних полостях образуется вакуум и вода поступает из емкости в компрессор.

Работы по вскрытию оборудования и трубопроводов выполняются в противогазе марки КД (для аммиака) и резиновых перчатках.

При необходимости выполнения сварочных работ принимают меры для предохранения смежных аппаратов от повреждений: разъединяют фланцы, устанавливают заглушки, отделяющие аппаратуру от системы, пломбируют в закрытом состоянии маховички вентилей. На закрытых при ремонте вентилях вывешивают таблички с надписью «Вентиль закрыт». С вентилей компрессоров снимают маховички, на штоках вентилей навеши-

вают предупредительные таблички. Компрессоры отсоединяют от электродвигателей посредством снятия приводных ремней, разборки муфтовых соединений.

Безопасные методы работы при разборке и сборке компрессора

Разборка компрессора. После остановки компрессора на ремонт производят подготовку его к вскрытию и разборку.

При разборке детали маркируют для определения их взаимного распределения при сборке. Крупные и тяжелые детали укладывают на деревянные подкладки (чистые доски), уложенные рядом с разбираемым компрессором. Мелкие детали размещают на специальных стеллажах, крепежные детали (болты, шпильки, винты) кладут в ящики. Снятые с машины узлы затем разбираются на детали.

Разборка болтовых соединений холодильных машин производится только стандартными ключами (накладными, торцовыми или роликовыми) с соблюдением основных правил разборки. Использование самодельных ключей, ключей другого размера и разводных ключей не допускается. Применять трубы и другие удлинители ключей при разборке и сборке болтовых соединений компрессоров не разрешается во избежание поломок (обрывов) болтов. Если гайка не отвертывается, то применяют один из следующих способов:

немного завертывают, а затем отвертывают ее; в течение 10—15 мин смачивают выступающий конец болта керосином, который проникает между нарезкой гайки и болта и облегчает разборку;

наносят молотком по граням гайки частые и легкие удары.

Шпильки с резьбой на свободном конце вывинчивают с помощью гайки и контргайки и обычного ключа, надеваемого на гайку, а также специальных приспособлений. Оборванные шпильки вывинчивают различными способами. На выступающий конец шпильки надевают гайку или шайбу и прихватывают сваркой к телу шпильки. Можно вырубить поперечный паз в теле шпильки и вывернуть ее отверткой. Применяют также высверливание отверстия по оси шпильки, в котором нарезают левую резьбу или в него забивают четырехгранный каленый стержень с хвостовиком под ключ.

Снятие шкивов, шестерен, муфт привода и других деталей, имеющих неподвижное соединение, часто затруднено, особенно если этот узел долго не разбирался. При разборке узлов вручную применяют съемники или выколотки. В случае разъединения с помощью выколотки детали устанавливают на массивные металлические подкладки или зажимают в тяжелых тисках. Выколотку подбирают по диаметру, близкому к диаметру вала, устанавливают ее на торце по центру вала. Молоток должен

быть тяжелым, удары следует наносить редко и сильно с задержкой бойка молотка на выколотке.

Перед снятием детали соединение смачивают керосином так, чтобы он проник в зазоры между деталями. Для этого мелкие узлы погружают в сосуд с керосином, а крупные обвязывают тряпками, смоченными в керосине. При снятии деталей без выколотки применяют тяжелые свинцовые кувалды, не оставляющие вмятин на деталях. Если после смачивания керосином деталь не удается снять, то используют съемники. Когда съемники не помогают, напрессованную деталь быстро нагревают до 100—120 °С, предохраняя вал от нагрева мокрыми тряпками. После нагрева деталь снимается легче. Если деталь не удается снять и после нагрева, тогда менее ценную деталь удаляют разрезанием или вытачиванием.

Клиновидные шпонки при разборке узлов выбивают специальной выколоткой, размер которой должен быть несколько меньше, чем сечение шпоночной канавки. Если шпонку выбить не удается, то ступицы шкивов, зубчатых колес и других деталей нагревают паяльной лампой или газовой горелкой до 100—120 °С. После такого нагрева снятие детали со шпонки облегчается. Детали, насаженные на призматические шпонки или шлицы, снимают с вала вручную или съемником, при необходимости с подогревом. Туго посаженные детали разъединяют выпрессовкой с помощью ручного или гидравлического пресса. Перед разъемом детали рекомендуется подогревать паяльной лампой или горелкой.

При демонтаже подшипников принимают меры предосторожности, чтобы не повредить их при снятии с вала или из корпуса. Для демонтажа применяют специальные приспособления. Чтобы облегчить сдвиг подшипников, рекомендуется создать некоторый натяг винтом, а затем нанести несколько ударов молотком по противоположному торцу вала. После некоторого смещения подшипника со своего места его снимают с вала вращением винта. Для облегчения демонтажа подшипников, смонтированных с большими натягами, следует предварительно подогревать их, поливая из масленки минеральным маслом с температурой 80—100 °С. При подогреве нужно следить, чтобы большая часть масла попадала на внутреннее кольцо подшипника, а не на вал, который следует обернуть картоном.

Детали и узлы разобранного оборудования вначале очищают от нагара, грязи и масла, а затем промывают. После промывки и просушки детали осматривают, выявляют состояние их рабочих поверхностей, определяют путем замеров отклонение размеров деталей от первоначальных. На основании произведенного осмотра детали делят на три категории: детали годные; детали, требующие ремонта или восстановления; детали негодные, требующие замены. Сортировку деталей и выявление их дефектов производят на основании технических

условий на ремонт. При отсутствии этих условий дефектовку деталей поручают только высококвалифицированному мастеру. Заключение о возможности использования деталей при ремонте дает ответственный представитель ремонтной службы.

Применяемые при ремонте детали должны соответствовать ГОСТам, техническим условиям, нормалям и чертежам по размерам, форме, качеству материалов, поверхностной твердости и чистоте обработки.

Основные дефекты, по которым выбраковывают детали, следующие: трещины в нагруженных местах деталей (коленчатых валов, цилиндров), поломки, при которых восстановление деталей затруднено (поломка спиц маховика, шестерен); износ, при котором резко уменьшены размеры деталей (износ зубьев зубчатых колес), прогиб и скручивание деталей (скручивание валов, шатунов); наличие следов глубокой коррозии или теплового износа.

При осмотре деталей компрессора на каждую деталь составляют дефектовочную ведомость. Своевременное выявление в холодильных компрессорах и аппаратах неисправностей и скрытых дефектов имеет важное значение для предупреждения аварий. Они выявляются при помощи следующих методов контроля: наружным осмотром, гидравлическим или воздушным испытанием, измерением (обмером), просвечиванием рентгеновскими лучами, магнитной и ультразвуковой дефектоскопией.

Сборка компрессора. 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 значи-

тельной 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.

Общая сборка компрессора проводится последовательно с поэтапной проверкой качества монтажа узлов и деталей. Коленчатый вал монтируют в картере компрессора в сборе с под-

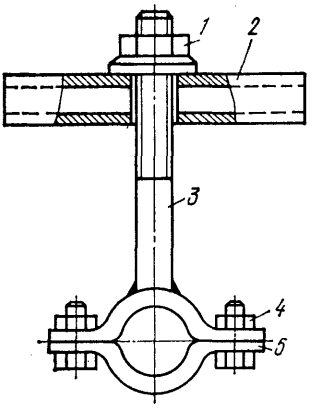


Рис. 37. Приспособление для подъема коленчатого вала:
1 — гайка; *2* — траверса; *3* — винт; *4* — болт с гайкой; *5* — хомут

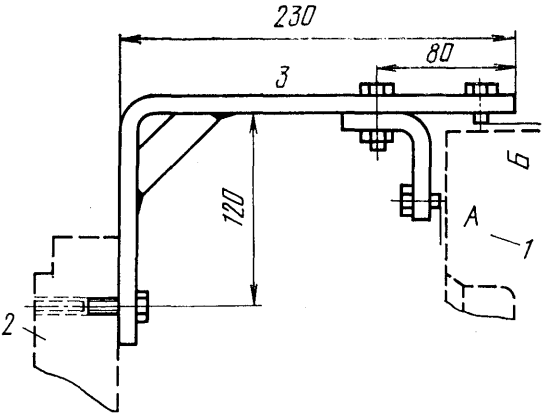


Рис. 38. Приспособление для контроля правильности центровки валов:
1 — маховик компрессора; *2* — полумуфта электродвигателя; *3* — приспособление

шипниками, но без противовеса, сальника и шатунов. При монтаже коленчатых валов крупных компрессоров используют приспособления для подъема валов (рис. 37). 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. 38), которое поворотом муфты устанавливают в верхнее положение.

Проверив щупом зазоры *А* и *Б*, полумуфту поворачивают на 180° и повторяют проверку. Разность величин зазоров *А* дает перекос 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° снова определяют величину зазоров *А* и *Б*. Разность величин зазоров *А* дает перекос осей в горизонтальной плоскости, зазоров *Б* — несоосность в горизонтальной плоскости. Допустимая величина

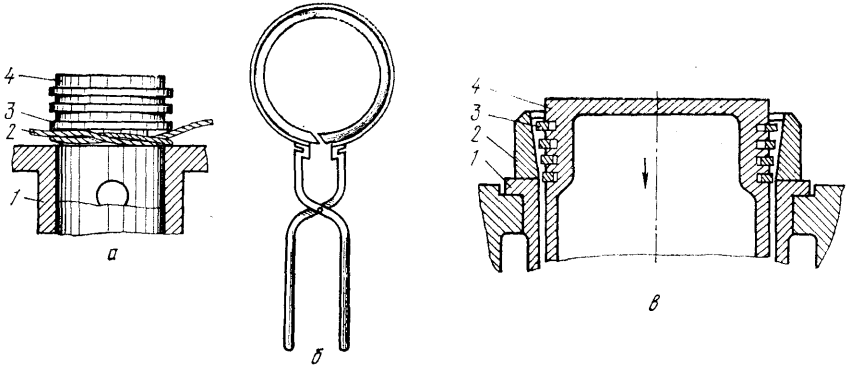


Рис. 39. Установка поршневых колец:
а — шнуром: *1* — цилиндр, *2* — шнур для стягивания колец, *3* — кольцо, *4* — поршень; *б* — с помощью хомута; *в* — с помощью направляющего конического кольца: *1* — цилиндр, *2* — коническое кольцо; *3* — поршневое кольцо; *4* — поршень

несоосности составляет 0,5 мм, допустимая величина перекоса 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, перекоса 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 цилиндровые отверстия в собранном виде, но без нижней части головки шатуна. Поршневые кольца вводят в цилиндр с помощью специального приспособления (рис. 39). 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°.

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.

Испытание отремонтированного аммиачного компрессора

По окончании ремонта компрессор подвергают 4-часовой холостой обкатке без нагнетательных клапанов. При проведении холостой обкатки во избежание сдвига гильз их прижимают специальными прижимными планками. Проворачивают вручную маховик не менее чем на два полных оборота коленчатого вала и затем включают компрессор. За время контрольной обкатки проверяют работоспособность системы смазки и механизма движения компрессора. Давление масла по манометру должно быть не менее 0,12—0,2 МПа ($\sim$1,2—2 кгс/см^2), а его температура не более 65—70 °С (температуру масла допускается определять на ощупь по нагреву картера).

При появлении стуков, заеданий трущихся частей компрессора, чрезмерного нагрева масла и других дефектов компрессор останавливают, разбирают и устраняют обнаруженные неисправности. По окончании холостой обкатки сливают масло из картера и сальника, удаляют отстой и заполняют картер свежим маслом.

После холостой обкатки устанавливают нагнетательные клапаны, фонари, буферные пружины, крышки цилиндров, боковые крышки и затягивают гайки. Проверяют плотность собранного компрессора давлением сухого воздуха 1 МПа ($\sim$10 кгс/см^2). Все внешние соединения, фланцы, крышки и трубопроводы проверяют обмыливанием (чтобы мыльная пена не высыхала, рекомендуется добавлять глицерин).

По окончании испытания удаляют воздух из компрессора через спускной кран и проводят вакуумирование компрессора для эвакуации находящегося в нем воздуха. Для этого подключают к компрессору вакуум-насос и вакуумируют его до остаточного давления 10—20 кПа ($\sim$0,1—0,2 кгс/см^2). При отсутствии вакуум-насоса открывают спускной клапан или манометровый штуцер на нагнетательном коллекторе, запускают компрессор при закрытом всасывающем вентиле на 2—3 мин,

после чего останавливают его и быстро закрывают спускной клапан.

После этого компрессор подготавливают к пуску согласно инструкции завода-изготовителя и испытывают его в течение 12 ч. При этом в процессе испытаний снимают показания приборов, фиксирующих давление и температуру всасывания и нагнетания, а также давление масла в системе смазки и давление масла в картере. В случае необходимости пополнения маслом в процессе испытаний закрывают всасывающий вентиль и, используя маслозаправочный вентиль, установленный в нижней части картера, подсасывают масло при вакууме в картере. Продолжительность заполнения маслом не должна превышать 5—7 мин. Признаками нормальной работы компрессора является отсутствие стуков и заеданий трущихся частей, вибрации, чрезмерного нагрева компрессора и масла.

Таблица 15. **Основные признаки нормальной работы аммиачных компрессоров**

Одноступенчатые			Двухступенчатые		
режим испытания	$t_{наг}$	$t_{всас}$	режим испытания	$t_{наг}$	$t_{всас}$
Температура кипения —15 °С, температура конденсации 30 °С	100—120 °С	—5÷—8 °С	Температура кипения —40 °С, температура конденсации 30 °С	100—110 °С (I ступень) 130—140 °С (II ступень)	—20÷÷—30 °С (I ступень) —5÷5 °С (II ступень)
Температура кипения 0 °С, температура конденсации 35 °С	90—110 °С	—5÷—8 °С			

Нормальная работа компрессора характеризуется температурными режимами, указанными в табл. 15.

Безопасные условия ремонта теплообменных аппаратов, трубопроводов, арматуры и камерного оборудования

Теплообменные аппараты. При ремонте аппараты 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 самим вскрытием убеждаются, что аппарат под вакуумом и давление в нем не повышается. Иногда 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.

Собранные после ремонта теплообменные аппараты подвергают испытаниям на прочность и герметичность и устраняют выявленные при этом дефекты. Величину избыточного давления принимают в соответствии с инструкцией (см. приложение 8).

Трубопроводы. 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. Значительно изношенные коррозией участки трубопроводов ремонтируют путем удаления их и вварки новых труб. Ремонт выполняют при отключении ремонтируемого участка трубопровода от системы холодильной установки вентилями и заглушками и освобождении его от хладагента, рассола и воды с последующей продувкой воздухом холодильных трубопроводов и промывкой рассольных и водяных трубопроводов.

Трубопроводы после ремонта проверяют избыточным давлением на герметичность: аммиачные нагнетательные — воздушным давлением на 1,5 МПа ($\sim$15 кгс/см^2), всасывающие — на 1,2 МПа ($\sim$12 кгс/см^2). Рассольные и водяные трубопроводы проверяют гидравлическим (избыточным) давлением 0,5—0,6 МПа ($\sim$5—6 кгс/см^2). Трубопроводы очищают, высушивают и участки их, работающие при низкой темпера-

туре, покрывают вначале гидроизоляцией, а затем накладывают теплоизоляцию. Изолированные трубы покрывают мешковиной или оштукатуривают и затем окрашивают в условный цвет. Неизолированные трубы только окрашивают масляной краской.

Запорная арматура. При ремонте запорной арматуры сальниковую набивку заменяют полностью. Для арматуры аммиачных холодильных установок в качестве набивочного материала применяют шнур из хлопчатобумажной, пеньковой или льняной пряжи, пропитанной смесью графита с жиром или графита с тавотом.

После ремонта запорной арматуры проверяют ее герметичность. Запорные вентили проверяют рабочим давлением хладагента, задвижки — рабочим давлением рассола или воды. Если арматура для ремонта снималась со своего места, герметичность ее проверяют на специальном стенде: аммиачные вентили — воздушным (избыточным) давлением на 1,5 МПа ($\sim$15 кгс/см^2), задвижки — гидравлическим (избыточным) давлением на 0,5—0,6 МПа ($\sim$5—6 кгс/см^2).

Камерное оборудование. У входа в камеры холодильной обработки и хранения грузов вывешивают инструкцию по охране от повреждения холодильного оборудования и трубопроводов. Перед выполнением в камерах ремонтных работ инструктируют рабочих об опасных последствиях повреждения батарей, воздухоохладителей, трубопроводов, их креплений и арматуры, о недопустимости использования батарей и трубопроводов в качестве опор, лестниц и средств подъема материала, запрещении курения, порядка эвакуации из камер в случае утечки аммиака или аварии. Выполнение ремонтных работ в указанных помещениях (а также очистка батарей при оттаивании инея) производится под наблюдением ответственного лица или лица, его заменяющего.

При выполнении соединений, ответвлений и оконцеваний проводов и кабелей электросваркой руководствуются правилами безопасности, относящимися к работе электрифицированным инструментом. Работы выполняют в защитных очках и брезентовых рукавицах. Обоймы-формы во время сварки придерживают плоскогубцами. С проводов и кабелей снимают обоймы-формы только после окончания сварки и полного охлаждения их.

При термитной сварке проводов кроме общих правил техники безопасности, обязательных для электромонтажных работ, соблюдают дополнительные правила: производят сварку в рукавицах, кожаных ботинках и головном уборе; для защиты глаз применяют очки со стеклом ТИС-1 или синими стеклами; осторожно обращаются с термитным патроном, так как температура его горения составляет 2000 °С; несгоревшие спички и неостывшие осколки термитных патронов отбрасывают только

на заранее намеченную земляную площадку или на несгораемое основание (при работе в помещении), на которых отсутствует легковоспламеняющийся материал; не трогают и не поправляют рукой горячий или остывающий патрон; не наклоняются во время сварки над термитным патроном; не пользуются патронами, на которые попала вода, а также не работают под открытым небом во время дождя (попадание воды на раскаленный патрон может вызвать взрыв его); во время сварки на высоте не стоят и не проходят под местом работ.

В случае соединения или оконцевания проводов и кабелей опрессовкой после выполнения работ тщательно моют руки, так как цинковазелиновая паста является токсичным веществом. Если соединение или оконцевание проводов и кабелей производят способом пайки, надевают брезентовые удлиненные рукавицы и предохранительные очки.

При работе с пропан-бутаном соблюдают следующие меры предосторожности: при получении и выдаче баллонов с пропан-бутаном проверяют их исправность (отсутствие утечки газа, трещин и следов коррозии, исправность вентилей), наличие паспортных данных и клейма, срок годности после очередного испытания (пользоваться неисправными баллонами и баллонами с истекшим сроком испытания не разрешается); при возникновении хлопков во время работы сначала закрывают на горелке пропан-бутановый вентиль, а затем кислородный, после чего мундштук охлаждают в воде. Выполнять сварку горелками разрешается только в предохранительных очках и брезентовых рукавицах. Капли пропан-бутана, попавшие на кожу, необходимо быстро смыть водой во избежание обмораживания.

Меры безопасности при газосварочных и электросварочных работах

При выполнении сварочных работ на аппаратах (сосудах) руководствуются ТУ на изготовление сосудов и Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденными Госгортехнадзором СССР, и Типовой инструкцией по организации безопасного проведения основных работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах, утвержденной Госгортехнадзором СССР 5 мая 1974 г.

Сварочные работы во время ремонта оборудования холодильной установки выполняют при наличии письменного допуска под постоянным наблюдением начальника компрессорного цеха или механика и представителя пожарного надзора с применением всех мер предохранения смежных аппаратов от повреждений (разъединение фланцев, постановка заглушек, отделяющих аппараты, опломбирование маховичков вентилей в закрытом состоянии). Эти работы выполняют при открытых окнах и дверях или при непрерывной работе аварийной венти-

ляции. В случае необходимости производства сварочных работ на трубопроводах действующей холодильной установки их отключают от аппаратов и остальной системы трубопроводов, освобождают от аммиака и продувают сжатым воздухом. Основное внимание обращают на защиту от возгорания тепловой изоляции возле мест сварки трубопроводов.

При ремонте оборудования холодильных установок широко применяют электродуговую и газовую сварку. Невыполнение требований техники безопасности при производстве электро- и газосварочных работ может привести к серьезным авариям и несчастным случаям.

Электросварочные работы. При электросварочных работах возникает опасность поражения электрическим током, поражения глаз и поверхности кожи лучами электрической дуги, получения ожогов каплями расплавленных металла и шлака, отравления выделяющимися вредными газами. Возможны также ожоги при касании раскаленного электрода или горячего изделия, ранения и засорения глаз осколками и окалиной при зачистке грата, удалении окалины и вырубке бракованного шва. В случае работы электросварщика на высоте возникает также опасность травмирования находящихся ниже людей падающими каплями металла.

К электросварочным работам допускаются лица не моложе 18 лет с профессиональной подготовкой, прошедшие специальное техническое обучение и инструктаж по технике безопасности, имеющие удостоверение о сдаче испытания в соответствии с Правилами испытания электросварщиков и газосварщиков для допуска их к ответственным работам, утвержденными Госгортехнадзором СССР, а также вторую группу по электробезопасности. Если сварщик приступает к сварке (например, аммиачных трубопроводов) впервые, после двухмесячного перерыва или новыми сварочными материалами, он должен независимо от наличия удостоверения заваривать пробные стыки в условиях, аналогичных рабочим. Пробные стыки подвергают внешнему осмотру, испытанию на сплошность просвечиванием и механическому (на разрыв и изгиб) испытанию.

Безопасность сварочных работ достигается соответствующей конструкцией сварочных аппаратов и машин, не допускающей случайного прикосновения к токоведущим частям, четкой маркировкой концов первичной и вторичной обмоток трансформатора, защитным заземлением, применением кабелей и проводов с требуемой изоляцией и электрододержателей безопасной конструкции с рукоятками из изолирующего и огнестойкого материала.

Электросварочная установка (трансформатор, агрегат, преобразователь) должна иметь паспорт, инструкцию по эксплуатации и инвентарный номер, под которым она числится в журнале учета и периодических осмотров.

Корпусы электросварочных аппаратов, сварочные столы, плиты, а также обратные провода надежно заземляют. Передвижные аппараты заземляют до подключения их к сети. Сварочные аппараты подключают к специальным закрытым клеммам так, чтобы аппарат сначала присоединялся к клеммам при отсутствии напряжения, а затем при помощи рубильника, пакетного или автоматического выключателя или контактора включался в сеть.

Подключение и отключение от сети электросварочной установки, а также наблюдение за ее исправным состоянием в процессе эксплуатации осуществляется обученным электромонтером. Производить эти операции сварщикам разрешается только в том случае, если они имеют квалификацию по технике безопасности не ниже второй группы.

Для подвода тока к электроду и в качестве обратного провода применяют гибкие провода с медными жилами и резиновой изоляцией. Длина проводов между питающей сетью и передвижным сварочным аппаратом не должна превышать 10 м, провода должны иметь защиту от механических повреждений. Применение проводов с поврежденной изоляцией запрещено.

Расстояние между сварочными трансформаторами при их совместном использовании должно быть не менее 0,35 м, между электросварочным трансформатором и ацетиленовым генератором — не менее 3 м, а между электросварочными проводами и газовыми шлангами кислорода и ацетилена — не менее 1 м.

Для защиты сварщика от поражения электрическим током при производстве работ в особо опасных помещениях электросварочная установка должна быть оборудована электрической блокировкой, обеспечивающей автоматическое отключение сварочной цепи при холостом ходе или понижение напряжения между электродом и изделием до 12 В с выдержкой не более 0,5 с.

В зависимости от состава свариваемого металла и электродов, а также от их покрытия при сварке выделяются различные вредные газы (окись азота, окись углерода, окислы металлов), которые отрицательно действуют на нервную систему и дыхательные пути.

Для удаления вредных газов из рабочей зоны внутри зданий оборудуют вытяжную вентиляцию непосредственно от мест газо- и пылевыделений в виде бортового отсоса у сварочного стола, а иногда в сочетании с вытяжным зонтом (если изделия высокие).

В качестве технологической меры оздоровления процесса применяют электроды с маломарганцовистыми покрытиями марок К-5, УОНИ 13/55, ЦМ-9 или с меловой обмазкой; еще эффективнее применять рутиловые электроды марок МР-1 и МР-3.

Перед началом электросварочных работ проверяют надежность аппарата, сварочных проводов и электрододержателя,

а также надежность соединения контактов. Напряжение на зажимах в момент зажигания дуги не должно превышать 110 В для генератора постоянного тока и 70 В для генератора переменного тока.

При электросварочных работах пользуются спецодеждой (куртка, брюки, ботинки с глухим верхом, рукавицы, фартук с нагрудником и головной убор). Для защиты лица и глаз применяют защитные экраны в виде щитков и откидных масок со стеклами типа ТС (марки ЭС-100, ЭС-200, ЭС-300, ЭС-500). Стекла подбирает сварщик из имеющегося у него набора в зависимости от применяемой величины тока. Для защиты от поражения глаз подсобные рабочие применяют защитные очки с дымчатыми стеклами (ВЭС-1, ВЭС-2 или ВЭС-3), окружающие лица — кабины и ширмы.

В случае необходимости выполнения электросварочных работ внутри металлических конструкций, котлов, резервуаров, а также наружных установок (после дождя и снегопада) пользуются диэлектрическими перчатками, ковриком и галошами. При работе в закрытых резервуарах надевают полиэтиленовые каски (пользоваться металлическими щитками запрещено). В закрытых резервуарах должны работать не менее двух человек, причем один из них (с квалификационной группой не ниже III) должен находиться снаружи свариваемой емкости для контроля за безопасным ведением работы. Электросварщика, работающего внутри емкости, снабжают предохранительным поясом с веревкой, один конец которой должен быть у второго лица, находящегося вне емкости.

При ремонте аппаратов и трубопроводов выполняют сварку низкоуглеродистых сталей Ст. 2, Ст. 3, низколегированных сталей 10Г2, 10Г2Т. При ремонте компрессоров и вспомогательных механизмов необходимо сваривать среднеуглеродистые стали 40, 45, некоторые низколегированные стали (например, 30ХГСА), чугун.

Для того чтобы металлические свойства металла шва, околошовной зоны и сварного соединения не были ниже свойств основного металла, необходимо правильно выбирать присадочный материал, покрытия электродов и соблюдать оптимальные технологические режимы сварки.

Низкоуглеродистые стали (сталь 10, 20, Ст. 3 спокойной плавки) можно сваривать как газовой, так и электродуговой сваркой. Для газовой сварки в качестве присадочного материала используют сварочную проволоку Св-08, Св-08А; для ответственных швов рекомендуется применять низколегированную присадочную проволоку Св-08ГА, Св-10ГА, Св-12ГС. В случае электродуговой сварки применяют в основном электроды типа Э-46 с рутил-карбонатным покрытием марки АНО-5, типа Э-46 марки МР-3. Особо ответственные соединения рекомендуется выполнять электродами марки СМ-11 или УОНИ

13/45. Для глубокого проплавления шва (например, труб) используют электроды марки ЦМ-7С.

Дефектные швы исправляют короткими подварками. Вследствие быстрого остывания металл подварок приобретает пониженную пластичность и может образовывать кристаллизационные трещины. Поэтому подварку следует производить швом нормального сечения длиной не менее 100 мм с предварительным удалением металла дефектного шва.

Сварные швы и соединения могут иметь внутренние и наружные дефекты. К внутренним дефектам, не обнаруживаемым внешним осмотром, относят пористость, непровар, трещины, к наружным — отклонения формы и размеров рабочего сечения шва от проектных, поджоги, подрезы и незаделанные кратеры.

Для обеспечения качества сварных швов необходимо тщательно систематически контролировать их на всех стадиях процесса сварки. Сварные швы и соединения контролируют с помощью наружного осмотра всех стыков и каким-либо физическим методом (ультразвуковой, магнитографический, просвечивание рентгено- и гамма-лучами). Иногда качество сварных швов проверяют разрушающим механическим способом (на разрыв), определяя прочность и эластичность. При исправлении сварных швов качество их необходимо проверять физическими методами контроля в течение всего процесса.

Газосварочные работы. Газовая сварка и резка сопровождаются выделением теплоты, лучистой энергии, пыли и газов, которые оказывают влияние на организм человека. Технический ацетилен, используемый для сварки, отрицательно действует на центральную нервную систему и может вызвать паралич дыхания. Окись углерода как продукт газовой сварки является отравляющим веществом. Ацетилен с кислородом (воздухом) образует взрывоопасную смесь. Наиболее опасны для глаз видимые лучи.

Основными причинами несчастных случаев при сварке и резке являются: взрывы и воспламенения барабанов с карбидом кальция от искры (при раскупорке барабанов) вследствие воздействия пламени на образовавшуюся ацетилено-воздушную смесь и интенсивного проникновения влаги в тару (открытые барабаны) с карбидом; взрывы баллонов, находящихся под высоким давлением, вследствие чрезмерного их нагрева, падения, ударов, неисправности редукторов; взрывы или воспламенение ацетиленовых генераторов из-за неисправностей в водяном затворе или применения чрезмерно мелкого карбида кальция; разрывы плохо соединенных или непрочных шлангов; воспламенение и взрывы, вызванные соприкосновением кислорода с маслом и жиром; взрывы сосудов из-за неудовлетворительной промывки, продувки и несоблюдения других мер для подготовки безопасной сварки или резки; пожары и взрывы, вызванные каплями раскаленного металла, при выполнении работ в местах

с близко расположенными огнеопасными материалами или во взрывоопасной среде; отравления продуктами газо- и парообразования при работе в помещениях или емкостях с неудовлетворительной вентиляцией без требуемых средств защиты.

В связи с особой опасностью газосварочных работ к ним предъявляют повышенные требования по технике безопасности.

К работе по обслуживанию стационарных и переносных ацетиленовых генераторов и выполнению газосварочных и газорезательных работ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальное техническое обучение, сдавшие экзамен и имеющие соответствующие удостоверение и практические навыки по обслуживанию данного оборудования. Приступать к газосварочным работам разрешается только после инструктажа на рабочем месте, проверки знаний правил техники безопасности начальником цеха и отметки в специальном журнале. Повторный инструктаж и проверка знаний рабочими правил по эксплуатации обслуживаемого оборудования, технике безопасности и противопожарным мероприятиям производится один раз в квартал. Каждый газосварщик имеет право работать только на газогенераторе, выданном ему и числящимся за ним. Передавать газогенератор, горелки, резаки, редукторы и шланги другим лицам не разрешается.

Для производства газосварочных работ следует получать из кладовой цеха только исправную аппаратуру: горелки, резаки, редукторы и шланги. Перед работой необходимо проверить исправность и доброкачественность спецодежды, спецобуви и предохранительных средств (очки, респираторы). Куртки и брюки необходимо надеть навыпуск, карманы куртки закрыть клапанами, ботинки плотно зашнуровать. Работать без защитных очков, брезентовых костюмов и брезентовых рукавиц, а также пользоваться одеждой и рукавицами, загрязненными маслом, бензином и керосином, не разрешается.

При обслуживании газогенераторных установок пользоваться стальным инструментом, могущим высечь искру, запрещается. Все инструменты (ключи, молотки, зубила, лопаты, скребки, ломики) должны изготовляться из латуни, алюминия и других неискрящих при ударах материалов, за исключением красной меди и ее сплавов, содержащих более 70 % меди.

Рабочее место следует освободить от лишних, мешающих работе предметов и легковоспламеняющихся материалов. На рабочем месте газосварщика должны быть в наличии генератор, кислородные и ацетиленовые шланги, герметические бачки с запасом карбида кальция на рабочую смену, кислородный баллон в контейнере и ведро с чистой водой для охлаждения горелки. Место газосварки оборудуют средствами пожаротушения (углекислотными огнетушителями).

Газовую резку и сварку в колодцах, емкостях, в которых нет доступа воздуха, осуществляют только при наличии вытяжной

вентиляции и после очистки, промывки или продувки емкостей от возможного скопления газов. Место сварочных работ ограждают ширмами.

Транспортируют и хранят карбид кальция в плотно закрытых барабанах. На барабанах должны быть указаны: завод-изготовитель, масса, сорт, грануляция и предупредительная надпись «Беречь от влаги и огня. Карбид кальция». Хранят карбид кальция в огнестойких, сухих, с легкой кровлей складских помещениях с хорошей вентиляцией и наружным искусственным освещением. Барабаны с карбидом кальция укладывают на подкладки, высота которых от пола составляет не менее 25 см. Иногда барабаны укладывают на прокладках в штабеля, но не более чем четыре ряда. Между штабелями оставляют проходы шириной не менее 1,5 м. Хранить в одном помещении барабаны с карбидом и баллоны с кислородом, ацетиленом и другими взрывоопасными и горючими газами и материалами не разрешается. Помещение должно хорошо проветриваться, быть изолированным от открытого пламени и мест сварки.

Вскрывают барабаны латунным зубилом или специальным ножом. Не полностью опорожненные барабаны с карбидом плотно закрывают водонепроницаемыми крышками с отогнутыми бортами высотой не менее 50 мм. Открывание барабанов и развеску карбида кальция производят в отдельных сухих помещениях. Поврежденные барабаны и пустую тару запрещается хранить на складах вместе с полными барабанами или вблизи водопроводных сетей. Дробят карбид кальция латунными кувалдами или неметаллическими предметами. Рабочих, дробящих карбид кальция, снабжают защитными очками, а выгружающих иловые остатки карбида кальция из генератора — резиновыми перчатками. Иловые остатки выгружают из генератора в специальную посуду и сливают в гасильные ямы.

При возникновении пожара в помещении с барабанами карбида кальция тушат огонь песком или пенными огнетушителями. Применение воды не допускается.

Баллоны со сжатыми газами хранят в специальных проветриваемых помещениях или на рампах, закрытых от доступа посторонних лиц, изолированных от источников открытого пламени и имеющих устройства, ограждающие их от попадания солнечных лучей. Баллоны, наполненные газами, хранят в вертикальном положении, размещая их в гнездах стеллажей или прикрепляя к стене хомутами (цепями). Порожние баллоны хранят в отдельном помещении. Баллоны с кислородом и горючими газами хранят в разных помещениях.

Перевозка наполненных газом и пустых баллонов допускается только при наличии на них колпаков и заглушек на штуцерах вентилей. При значительных расстояниях баллоны перевозят на машинах и подрессорных повозках, при незначительных — с помощью специальных носилок или тележек. Во

время перевозки баллоны укладывают вентилями в одну сторону на деревянные подкладки и предохраняют от попадания на них солнечных лучей. Перевозить на одной автомашине одновременно баллоны с кислородом и горючие вещества (бензин, керосин, масло), а также баллоны с ацетиленом и другими горючими газами не разрешается. Получение, транспортировку и выдачу баллонов производят только лица, знающие правила безопасного обращения с ними.

Не разрешается использовать баллоны с истекшим сроком периодического освидетельствования; не имеющие клейма; с неисправными вентилями или повреждениями корпуса в виде трещин, вмятин, сильной коррозии; при отсутствии надлежащей окраски и надписей; с поврежденными и слабо насаженными башмаками; при наличии на штуцере вентиля следов жира или масла. При отсутствии указанных дефектов баллон может быть допущен к эксплуатации. Перед присоединением редуктора следует продуть запорный вентиль баллона, открыв его на $^1/_4$ оборота на 1—2 с. При продувке рабочий должен стоять сбоку штуцера вентиля.

При эксплуатации баллон устанавливают в вертикальное положение на расстоянии не менее 5 м от рабочего места и прочно прикрепляют хомутом к колонне или другим строительным конструкциям. Расстояние между баллоном и токоведущей проводкой или приборами отопления должно быть не менее 1 м. Перед началом работы продувают выходное отверстие путем медленного или плавного открытия вентиля. После этого осторожно крепят редуктор к вентилю, чтобы не повредить резьбу. Редукторы применяют только с исправными манометрами (применять для кислородных баллонов редукторы от баллонов со сжиженными газами не разрешается). Подача кислорода в редуктор осуществляется при полностью ослабленной регулировочной пружине редуктора. Вентиль открывают медленно и следят, чтобы не было утечки газа. При обнаружении неисправности вентиль баллона закрывают и устраняют причину неисправности редуктора или соединений. Крепление газоподводящих шлангов к редуктору, горелке и водяному затвору выполняют специальными стяжными хомутами. Исправность газопроводов и шлангов подлежит постоянному контролю.

В использованном кислородном баллоне оставляют давление не ниже 0,05 МПа, в ацетиленовом — 0,05 МПа при температуре ниже 0 °С, 0,1 МПа при 0—15 °С, 0,2 МПа при 16—25 °С. После окончания работ плотно закрывают вентиль баллона, выпускают газ из редуктора и шлангов, снимают редуктор, надевают заглушку на штуцер и навертывают колпак на резьбовую часть горловины баллона.

Кислородные баллоны, редукторы, шланги, газовые горелки и резаки предохраняют от попадания на них масла.

При эксплуатации баллоны могут взорваться в результате

износа металла баллона, наличия в кислородном баллоне горючего газа, масла или жира, повышенного давления газа в баллоне, толчков и ударов баллонов друг о друга или о твердые предметы; увеличения объема полого пространства в ацетиленовом баллоне сверх допустимого.

На каждом газогенераторе должны быть четко обозначены регистрационный заводской номер, наименование предприятия, выпустившего газогенератор, и даты ежегодных проверок. Все ацетиленовые переносные генераторы должны иметь паспорт и свой инвентарный номер в журнале учета и технических осмотров.

На переносных ацетиленовых генераторах делают предупредительные надписи: «С огнем не подходить», «Не курить». Расстояние между генераторами и рабочими местами газорезчиков и газосварщиков с одной стороны и источниками огня с другой должно быть не менее 10 м.

Перед зарядкой генераторов среднего давления убеждаются, что из них выпущен газ, находящийся под давлением, и только после этого открывают крышку загрузочного устройства реторты. Корзину газогенератора загружают карбидом кальция той грануляции, которая допускается для данного типа генераторов, и в количестве, не превышающем нормы, указанной в его паспорте. Перед загрузкой корзины очищают от ила. Отработавшие остатки карбида кальция (ил) сливают в металлические ящики и ежедневно вывозят в специально отведенное место (иловые ямы). После загрузки производят продувку генератора от остатков воздуха. Уровень жидкости в водяном затворе генератора поддерживают в соответствии с инструкцией завода-изготовителя. По окончании работы генератор разряжают. Выгружают карбид кальция только после разложения данной порции его. При остановках генератора прежде всего прекращают расход ацетилена. Из переносных генераторов при оставлении их на ночь под открытым небом ацетилен выпускают в атмосферу. При ремонте генератора несколько раз доверху наливают аппарат водой, промывают его, а затем продувают азотом. Зарядку, разрядку и промывку генератора производят в резиновых перчатках и защитных очках.

Применять карбид кальция меньшей грануляции, чем указано в паспорте гранулятора, загружать его в мокрые ящики или корзины, оставлять заряженный генератор без надзора запрещается. Проверять генератор на утечку газа разрешается только с помощью мыльной воды. Обогревать замерзший генератор, редукторы и шланги следует горячей водой, не имеющей следов масла, или паром.

Газогенераторы устанавливают вне помещения. При установке переносного ацетиленового генератора следят за тем, чтобы он не был установлен в наклонном положении во избежание падения, а также за тем, чтобы он был защищен от

случайных толчков и ударов. Размещать генератор в проходах, проездах, подвалах и на лестничных клетках не разрешается. В случае необходимости установки его в проходе он должен быть огражден и находиться под постоянным надзором. Помещение должно иметь естественную вентиляцию. На местах сварки и резки устанавливают переносные или специальные вентиляторы. Расстояние между генератором и кислородным баллоном должно составлять не менее 5 м.

При эксплуатации переносных генераторов на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях при температуре 0 °С необходимо принимать меры, предохраняющие генераторы от замерзания: закрыть генератор ватным чехлом, шланг и корпус вентиля на водяном затворе покрыть теплоизоляционным материалом, например шнуровым асбестом, в водяные затворы залить незамерзающую жидкость.

Перед началом газовой сварки и резки проверяют: плотность и прочность присоединения газовых шлангов к горелке (резаку) и редукторам; наличие воды в затворе (до уровня контрольного крана) и плотность всех соединений в затворе, а также плотность присоединения шланга к затвору; исправность горелки (резака), редуктора и шлангов; исправность манометров на редукторах и наличие пломб.

При эксплуатации газосварочной аппаратуры (горелок, резаков) необходимо перед началом работы проверять инжектор на подсос ацетилена. В случае зажигания следует сначала открыть кислородный вентиль, а затем ацетиленовый и сразу зажечь. Если появились обратные удары или частые хлопки, вызываемые нагревом или засорением мундштуков, следует быстро закрыть сначала ацетиленовый, а затем кислородный вентиль и погрузить горелку (резак) в воду. После охлаждения прочистить мундштук латунной иглой.

При обнаружении во время работы неплотностей в узлах горелки (резака), например в сальниках вентилей, соединении наконечника со стволом следует немедленно погасить пламя и устранить обнаруженную неплотность.

При эксплуатации редукторов необходимо тщательно следить за тем, чтобы на редуктор не попало масло или жир. При утечке кислорода надо закрыть вентиль баллона и сдать редуктор в ремонт. Нельзя использовать редуктор с неисправными манометрами.

Меры безопасности при пользовании электрическим инструментом и переносными электрическими светильниками

В настоящее время при выполнении ремонтных работ широко применяют электроинструмент. Работа с электроинструментом требует особой предосторожности и тщательного соблю-

дения правил безопасности, поэтому к работе с ним допускают только рабочих, имеющих специальную подготовку. Электроинструмент должен быть прочным, с надежной изоляцией токоведущих частей и хорошо устроенным (с надлежащей токозащитой) местом ввода электропроводки в корпус инструмента. Корпус электроинструмента, работающего от напряжения свыше 36 В, подлежит защитному заземлению. К электрической части его присоединяют обычно шланговым кабелем, имеющим специальный провод, который не служит проводником электрического тока и надежно присоединяется к внутренней стороне корпуса инструмента посредством заземляющего зажима с пружинной гайкой. Использовать для заземления электроинструмента нулевой рабочий провод категорически запрещается. При занулении электроинструмента в сетях с предохранителями на нулевом проводе они должны быть обязательно зашунтированы.

Получив электроинструмент, удостоверяются в его исправности и наличии заземляющего провода, который должен отличаться по цвету от рабочих проводов. Во время перерыва в работе и в случае прекращения подачи электроэнергии электроинструмент отключают от питающей сети. В случае обнаружения каких-либо неисправностей работа с электроинструментом или переносными электрическими светильниками должна быть немедленно приостановлена. При работе электроинструментами пользуются проверенными индивидуальными защитными средствами: диэлектрическими резиновыми перчатками и галошами, резиновыми ковриками, изолирующими подставками. В сухих помещениях работают в резиновых перчатках или стоят на резиновом коврике; в сырых и мокрых помещениях, кроме того, надевают галоши.

Пользуясь электроинструментом или переносными электрическими светильниками, провода и кабели следует по возможности подвешивать. Непосредственное соприкосновение проводов и кабелей с металлическими горячими, влажными и масляными поверхностями или предметами не допускается. Провод не должен образовывать петель и перекручиваться.

При выполнении работ не разрешается переходить с действующим электроинструментом с одного места на другое. Необходимо всегда иметь в виду, что электроинструмент или осветительное устройство, включенные через выключатель, отсоединяющий не все контакты, могут остаться под напряжением после выключения электроустановки. Полная безопасность достигается удалением вилки из штепселя или отключением с помощью разъединяющего устройства, одновременно отсоединяющего все провода. При переноске недействующий инструмент держат за корпус, а не за провод или рабочую часть. Оставлять инструмент незащищенным от атмосферных осадков и сырости не разрешается.

Лицам, пользующимся электроинструментом, запрещается: передавать электроинструмент другим лицам хотя бы на непродолжительное время; разбирать электроинструмент и производить самим какой-либо ремонт (как самого инструмента, так и проводов, штепсельных соединений); держаться за провод электроинструмента или касаться вращающегося режущего инструмента; удалять руками стружку или опилки во время работы инструмента или до полной его остановки; вносить внутрь барабанов котлов, металлических резервуаров переносные трансформаторы и преобразователи частоты.

Меры безопасности при работе ручным пневматическим и ручным слесарным инструментом

При монтаже и ремонте оборудования холодильных установок широко применяют ручной пневматический инструмент. Приступая к работе ручным пневматическим инструментом, следует тщательно его осмотреть и проверить исправность путем пуска его на холостом ходу.

Конструкции пневматических молотков (клепальных, рубильных и чеканочных) должны исключать возможность вылета их рабочих частей из втулки во время работы инструмента. Рабочие части пневматических молотков (обжимки, зубила, крейцмейсели и чеканки) должны удовлетворять следующим требованиям: на ударном конце не должно быть никаких повреждений; хвостовик должен соответствовать размерам втулки; боковые грани инструмента не должны иметь острых углов ребер.

Перед присоединением пневматического инструмента к шлангу, подводящему сжатый воздух, необходимо продуть шланг для удаления пыли и влаги. Присоединять шланг к пневматическому инструменту разрешается только при закрытом вентиле воздушной магистрали и открытом кране пневматического инструмента. Подключать шланги к магистрали без вентилей запрещается.

При прокладке резиновых шлангов, а также при переходах с подключенным инструментом необходимо следить за тем, чтобы шланги не натягивались, не перегибались, не перепутывались и не прикасались к проводам, находящимся под напряжением. Переносят пневматический инструмент держа его за рукоятку, а шланг — свернутым в кольцо.

Для подключения резиновых шлангов к инструменту и магистрали или для соединения шлангов между собой необходимо применять штуцера и ниппели с исправной резьбой. Крепить шланги к штуцерам и ниппелям следует с помощью стяжных хомутиков. Крепить шланги проволокой запрещается.

Боек слесарного молотка должен быть без наклепа, трещин, выбоин, заусенцев, отбитых кромок и иметь слегка

выпуклую поверхность. Рукоятка молотка должна быть изготовлена из прочной выдержанной древесины твердых пород (кизил, клен, рябина, дуб), гладко выстрогана и расклинена металлическим клином. Рукоятка должна быть прямой и иметь овальное сечение с постепенным утолщением к свободному концу. Рукоятки пневматических сверлильных машин, гайковертов и других инструментов должны быть обтянуты резиновыми трубками.

Клапаны на рукоятках пневматического инструмента должны быть отрегулированы так, чтобы они легко открывались, а при прекращении нажима на рукоятку быстро закрывались и не пропускали воздуха в закрытом состоянии.

При установке на шлифовальную машину нового абразивного круга необходимо проверить, нет ли в нем трещин. Для этого по торцовой поверхности круга, предварительно посаженного на металлическую оправку, следует постучать легким деревянным молотком (дребезжащий звук укажет на наличие трещин). Шлифовальный круг с трещинами должен быть изъят и заменен новым исправным кругом. После этого дают возможность поработать шлифовальной машине вхолостую не менее 5 мин. Работа с пневматической шлифовальной машиной допускается только при наличии на ней защитного кожуха.

При работе с пневматическим молотком, зубилом, трамбовкой категорически запрещается: осматривать их при вставленном инструменте и неперекрытом магистральном вентиле; оставлять их включенными в сеть воздухопровода даже на короткое время; нажимать на курки при невставленном бойке; отсоединять их от шланга, предварительно не закрыв вентиля на воздушной магистрали, а также соединять шланг под давлением; исправлять и регулировать пневматические инструменты, а также заменять отдельные их части.

Пневматический инструмент следует предохранять от ударов, а также от попадания в его механизм грязи и воды.

При обрывах шлангов, обнаружении в них утечки воздуха и перерывах в работе вентили необходимо перекрывать.

После окончания работы надо закрыть вентиль на воздушной магистрали, вынуть рабочий инструмент и отсоединить шланг от пневматического инструмента и сети.

В нерабочее время шланги следует хранить в закрытом помещении с плюсовой температурой. Запрещается отогревать замерзшие шланги паром.

Перед установкой для работы абразивных инструментов (наждачные и шлифовальные круги) проверяют, имеется ли штамп или отметка об их проверке и испытании на заводе-изготовителе. Установка на станок инструмента без штампа и проверки не допускается. Испытанные абразивные круги устанавливают на станки и приспособления с заданной допустимой окружной скоростью вращения и заключают в металлические

кожухи с открытой частью, необходимой для работы. При работе с абразивным инструментом для защиты рабочих от летящих искр и мельчайших частиц устанавливают защитные экраны из органического стекла и используют специальные защитные очки. Наждачные станки и заточные устройства оборудуют специальными подручниками, которые устанавливают так, чтобы зазор между краем подручника и рабочей поверхностью круга был не более 3 мм. Обрабатываемый предмет опирают на подручник и плавно подводят к камню. На камень нажимают плавно, без значительных усилий. Запрещается производить обработку инструмента и деталей боковыми плоскостями круга, так как это может привести к травме работающего.

Ручки ударных инструментов — молотков (слесарных, из мягких металлов, деревянных) и кувалд изготовляют из твердых пород дерева (бука, граба, клена, березы) эллиптического сечения с гладкой поверхностью без сучков. Поверхность молотков и бойков кувалд должна быть гладкой, слегка выпуклой, симметричной, нескошенной и без заусенцев, которые при ударах могут отлетать и вызывать травму. Молоток должен быть плотно насажен на рукоятку, которая расклинивается клином из мягкой стали или дерева. Нельзя «поправлять» молоток с ослабленной рукояткой ударами о верстак или другие предметы, так как это приводит к большому расшатыванию рукоятки.

Слесарные молотки выбирают по массе в зависимости от характера работ: для разметочных работ — массой до 200 г, для слесарных операций — массой 360—500 г, для рубки тонколистовой и сортовой стали — массой 600—1000 г. Кузнечные кувалды выпускают массой от 2 до 8 кг.

Инструменты для механической и ручной рубки металлов — слесарные и кузнечные зубила должны быть заточены под углом 65—75°. Во избежание ушибов рук зубило должно быть длиной не менее 150 мм, причем оттянутая часть его — 60—70 мм.

Все эти инструменты не должны иметь острых ребер на боковых гранях и заусенцев на затылочной части. При рубке металла надевают предохранительные очки с небьющимися стеклами, а верстаки или рабочее место ограждают защитными сетчатыми щитами. Рабочий, обнаруживший неисправность инструмента, не должен им пользоваться, а немедленно заявить об этом мастеру (механику).

Гаечные ключи применяют только в соответствии с размерами гаек. Нельзя применять ключи со смятыми и треснувшими губками, пользоваться при завертывании гаек прокладками между их гранями и губками ключей, а также удлинять гаечные ключи, присоединяя другой ключ или надевая трубу на рукоятку ключа.

Необходимо следить за исправностью тисков. Губки тисков и аналогичных зажимных устройств не должны иметь забоин, и их мертвый ход должен быть возможно меньшим. Деталь надо прочно закреплять в тисках, так как, вырвавшись из них, она может причинить тяжелое ранение. Слесарные верстаки и другие стационарные устройства и приспособления должны быть прочно закреплены.

Меры предосторожности при пользовании паяльной лампой

При работе с паяльной лампой необходимо: наливать в резервуар паяльной лампы керосин или бензин не более чем на $^3/_4$ его вместимости; завертывать наливную пробку не менее чем на четыре нитки резьбы; не наливать и не выливать горючее, не разбирать лампу, не отвертывать головку вблизи огня; не разжигать паяльную лампу, подавая керосин или бензин на горелку; не накачивать чрезмерно паяльную лампу во избежание ее взрыва; не снимать горелку до снижения давления; спускать давление воздуха из резервуара лампы через наливную пробку только после того, как лампа погашена и ее горелка полностью остыла; при обнаружении неисправностей (подтекание резервуара, утечка газа через резьбу горелки) немедленно сдать лампу в ремонт; заполнять лампу только той горючей жидкостью, для работы с которой она предназначена.

Глава 6. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Основные причины пожаров и общие требования пожарной безопасности

Основными причинами пожаров на холодильных установках могут быть следующие:

самовоспламенение или самовозгорание промасленной ветоши, спецодежды, мусора;

взрыв при определении места утечки аммиака серным шнуром или появлении пламени (искры) вследствие неисправности электрооборудования, электропроводов или нарушения правил их эксплуатации; взрыв при сварке сосудов, не освобожденных от аммиака;

воспламенение смазочных масел и других легковоспламеняющихся веществ при нарушении правил их хранения (использование открытого огня и др.);

воспламенение смазочных масел при осмотре оборудования с применением открытого огня;

воспламенение смазочных масел при слишком большом на-

греве трущихся частей или перегреве паров сжимаемого холодильного агента; неисправность или неправильная эксплуатация отопительной системы.

При строительно-монтажных работах и в процессе эксплуатации холодильных установок должны соблюдаться Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий, Правила пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ, требования Типовой инструкции по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах, ГОСТ 12.1.004—76 «Пожарная безопасность. Общие требования», а также Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок.

На каждом промышленном предприятии должна быть создана пожарная охрана.

Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных зданиях и на территории предприятий должны устанавливаться специальные пожарные щиты с набором: пенных огнетушителей — 2, углекислотных огнетушителей — 1, ящиков с песком — 1, плотного полотна (войлок, асбест) — 1, ломов — 2, багров — 3, топоров — 2. Пожарные щиты должны устанавливаться в помещениях в легкодоступных местах, по возможности ближе к выходам из помещений. Территория предприятий обеспечивается пожарными щитами из расчета один щит на площадь 5000 м^2.

Помещения холодильных установок должны быть обеспечены средствами пожаротушения в соответствии с нормами (см. приложение 9).

У основного входа в машинное отделение устанавливается пожарный щит с набором: огнетушителей порошковых 2, воздушно-пенных жидкостных — 2, ящик с песком — 1, асбестовое полотно — 1, ломов — 2, топоров — 2, лопат — 2, металлических багров — 1, бочка вместимостью 0,2 м^3 с ведром.

Все средства пожаротушения, пожарное оборудование и инвентарь должны содержаться в исправном состоянии, находиться на видных местах со свободным доступом. Использование противопожарного оборудования и инвентаря для хозяйственных, производственных и других нужд, не связанных с пожаротушением, не разрешается.

Запрещается хранение в машинном и аппаратном отделениях керосина, бензина и других легковоспламеняющихся жидкостей. Хранение обтирочных материалов для текущего расхода разрешается только в закрытой несгораемой таре. Наличие использованных обтирочных материалов в указанных помещениях не допускается.

При производстве теплоизоляционных работ должно быть обеспечено наличие первичных средств пожаротушения. Варка битума должна производиться в специальных котлах на рас-

стоянии не менее 20 м от зданий холодильников и других объектов. Транспортировка горячего битума к местам производства работ должна выполняться в закрытых емкостях по удобным для проезда путям.

Печи и нагревательные устройства, применяемые для просушки штукатурки изолированных ограждений, должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности. Использование жаровень для этих целей не разрешается.

Строительные, монтажные и ремонтные работы с применением открытого пламени и сварки в машинных отделениях и холодильных камерах должны осуществляться при наличии письменного допуска и соблюдении противопожарных мероприятий. С момента начала и до полного окончания теплоизоляционных (включая устройство штукатурки) и сварочных работ в здании холодильника должно быть обеспечено постоянное (круглосуточное) дежурство работников пожарной охраны предприятия. При этом особое внимание должно быть обращено на защиту от возгорания теплоизоляции возле мест сварки трубопроводов.

Двери для эвакуации из зданий холодильников, выходящие на пожарные лестницы, должны иметь освещаемую надпись «Вход на пожарную лестницу». Проходы к ним должны быть свободными, не загроможденными какими-либо предметами. Двери запасных выходов должны иметь освещаемую надпись «Запасный выход» и не должны запираться.

Холодильники и холодильные установки должны иметь средства молниезащиты, предусмотренные «Инструкцией по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений» (СН 305—77).

Организация пожарной охраны на предприятиях

Пожарно-технические комиссии. Ответственность за соблюдение противопожарного режима на предприятии (организации) несет его руководитель. В цехах, на участках и складах приказом по предприятию назначаются лица, ответственные за пожарную безопасность. В холодильно-компрессорных цехах ответственность возлагается на начальника цеха, а в сменах — на начальника смены (старшего машиниста).

Для привлечения рабочих, служащих, инженерно-технических работников предприятий к проведению противопожарных профилактических мероприятий и активной борьбе за сохранение социалистической собственности от пожаров на предприятиях приказом руководителя создаются пожарно-технические комиссии.

В состав пожарно-технической комиссии входят главный инженер (председатель), начальник пожарной охраны, энергетик, технолог, инженер по технике безопасности, специалист

по водоснабжению, а также представители партийной и профсоюзной организации предприятия.

Основными задачами комиссии являются выявление нарушений противопожарных правил в технологических процессах, в работе машин и оборудования; разработка мероприятий, направленных на устранение этих нарушений; содействие органам пожарной охраны предприятия в организации и проведении пожарно-профилактической работы и установлении строгого противопожарного режима; организация рационализаторской и изобретательской работы по вопросам пожарной безопасности; оказание помощи органам пожарной охраны в организации и проведении массово-разъяснительной работы среди рабочих, служащих и инженерно-технических работников по вопросам соблюдения противопожарных правил при проведении электросварочных и газорезательных работ, применении легковоспламеняющихся жидкостей.

Все противопожарные мероприятия, намеченные пожарно-технической комиссией, оформляются актом, утверждаются руководителем предприятия и подлежат безусловному выполнению в установленные сроки.

Повседневный контроль за выполнением противопожарных мероприятий, предложенных комиссией, возлагается непосредственно на начальника пожарной охраны предприятия или лицо, его заменяющее.

Добровольные пожарные дружины. На всех промышленных предприятиях создаются добровольные пожарные дружины. Организация и руководство деятельностью добровольных пожарных дружин, а также их подготовка, обеспечение их необходимым противопожарным инструментом, инвентарем возлагаются на руководителей предприятий. Численность и пожарно-техническое вооружение добровольных пожарных дружин зависят от величины предприятий, их пожарной опасности, удаленности от городских пожарных подразделений.

Добровольные пожарные дружины организуются на добровольных началах из числа рабочих, служащих и инженерно-технических работников в возрасте не моложе 18 лет. Зачисление в члены дружины производится по письменному заявлению вступающего и оформляется приказом по предприятию. Члены дружины ведут разъяснительную работу среди рабочих и служащих о соблюдении противопожарного режима на предприятии и контролируют выполнение правил пожарной безопасности. Табели боевых расчетов членов добровольной дружины вывешиваются в рамках под стеклом на видных местах в цехах, на складах и в других производственных помещениях. Занятия с членами дружины проводятся по расписанию, утвержденному руководителем предприятия.

Члены добровольной пожарной дружины должны знать свои обязанности по табелю боевого расчета, принимать активное

участие в тушении пожара, лично соблюдать правила пожарной безопасности и требовать этого от других, а также следить за готовностью к действию первичных средств пожаротушения. Руководители предприятий особо отличившимся членам дружины могут выдавать денежные премии, ценные подарки, а также предоставлять дополнительный отпуск сроком до шести дней в году. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 31 октября 1957 г. учреждена медаль «За отвагу на пожаре» для награждения работников пожарной охраны, членов добровольных пожарных дружин, военнослужащих и других граждан за смелость, отвагу и самоотверженность при тушении пожаров, спасении людей, социалистической собственности и имущества граждан от огня.

Противопожарный инструктаж и техминимум. Для ознакомления с правилами пожарной безопасности все рабочие, служащие и инженерно-технический персонал холодильных предприятий проходят противопожарный инструктаж.

Все работники при оформлении на работу проходят первичный инструктаж о мерах пожарной безопасности, а затем непосредственно на рабочем месте — повторный инструктаж. При переводе работника с одного участка на другой с ним обязательно проводится инструктаж по пожарной безопасности на новом рабочем месте.

Первичный инструктаж проводят начальник пожарной охраны (инструктор по пожарной профилактике) или начальник дежурного караула пожарной охраны. Повторный инструктаж проводится лицом, ответственным за пожарную безопасность на рабочем месте.

При первичном инструктаже знакомят с действующими на предприятии правилами пожарной безопасности и инструкциями, с производственными участками, наиболее опасными в пожарном отношении; с возможными причинами пожаров и мерами их предупреждения: с практическими действиями, выполняемыми в случае возникновения пожара.

При повторном противопожарном инструктаже инструктирующий рассказывает о производственных установках и агрегатах с повышенной пожароопасностью, мерах по предупреждению пожаров, указывает место для курения, знакомит со средствами пожаротушения на рабочих местах, объясняет правила поведения при возникновении пожара. Одновременно с инструктажем производится проверка знаний правил пожарной безопасности на рабочем месте.

Со всеми работниками холодильно-компрессорных цехов, относящихся к цехам с повышенной пожароопасностью, проводятся занятия по пожарно-техническому минимуму. Пожарно-технический минимум проводится в целях повышения пожарно-технических знаний работников, детального ознакомления их с правилами пожарной безопасности и обучения способам

использования средств пожаротушения и связи, имеющихся в цехе. Занятия проводят непосредственно в цехе. По окончании занятий все работники сдают зачеты. Занятия по пожарно-техническому минимуму проводятся ежегодно.

Вещества, применяемые для тушения пожаров

Виды огнетушащих веществ. Основными принципами тушения являются охлаждение горящего вещества ниже температуры его воспламенения и изоляция его от доступа кислорода воздуха или другого окислителя, поддерживающего горение.

Основными веществами, применяемыми в настоящее время для тушения пожаров, являются вода, поверхностно-активные вещества, пены, порошки, диоксид углерода, инертные газы, галоидированные углеводороды и другие огнетушащие составы.

Жидкие огнетушащие вещества. Наиболее распространенным и доступным веществом для тушения пожаров является вода. Соприкасаясь с горящей поверхностью, она быстро нагревается и интенсивно испаряется, понижая температуру горящего вещества. На нагревание 1 кг воды от температуры 20 до 100 °С расходуется 336 кДж (~80 ккал), а на испарение — 22638 кДж (~539 ккал). На интенсивность тушения водой влияет и то, что при испарении 1 кг воды образуется 1700 л пара, который, смешиваясь с горячими газами, понижает их концентрацию в воздухе и создает смесь, неспособную воспламеняться. Вода, смачивая еще не воспламенившиеся поверхности, препятствует их воспламенению от лучистой энергии. Направленная на горящую поверхность в виде цельных струй вода механически сбивает пламя. Компактной струей воды можно с успехом тушить большинство горючих веществ и материалов.

Однако вода имеет ряд существенных недостатков: большую плотность, что не позволяет тушить ею легковоспламеняющиеся жидкости (они всплывают на поверхность воды и продолжают гореть), хорошую электропроводность (при тушении электроустановок, находящихся под напряжением, вода может вызвать короткое замыкание и поражение людей, которые тушат пожар, электрическим током). Нельзя применять воду для тушения карбида кальция (вода способствует выделению горючего газа ацетилена), металлического натрия, калия, селитры (вода усиливает горение этих веществ), парафина и др.

В настоящее время для тушения пожаров широко применяют воду в тонкораспыленном виде (размер капелек менее 100 мкм). Такое распыление достигается с помощью высокого давления или путем использования специальных распылителей. Тонкораспыленной водой можно эффективно тушить большинство пожаров. Значительное увеличение поверхности соприкосновения распыленной воды с горящей поверхностью способствует

быстрому превращению воды в пар, понижает температуру горящей поверхности и препятствует доступу кислорода воздуха к горящему веществу. К преимуществам тушения тонкораспыленной водой относится также значительно меньший расход воды, чем при тушении компактными струями, и меньшая электропроводность тонкораспыленной воды по сравнению с водой, подаваемой струей.

Для повышения эффективности тушения пожаров водой к ней при необходимости прибавляют от 0,5 до 2 % поверхностно-активных веществ-смачивателей, например сульфонат натрия, смачиватели ДБ и НБ (некаль), сульфанолы и другие смачиватели, значительно снижающие поверхностное натяжение воды и повышающие проникновение воды в поверхностные слои горящего материала.

Для тушения пожаров используют также водные растворы двууглекислого натрия, углекислого натрия, поваренной соли, хлористого кальция. Кроме охлаждения горящих поверхностей, водные растворы солей в значительной степени изолируют их от кислорода воздуха пленками солей, выпадающими из растворов.

Пенообразные огнетушащие вещества. Одним из веществ, широко применяемых для тушения легковоспламеняющихся жидкостей, твердых горючих веществ и материалов, является огнетушащая пена. При тушении пожара пена, покрывая горящее вещество, изолирует его от окружающей среды, препятствует проникновению горючих газов и паров в зону горения и передаче теплоты из сферы горения к горящему веществу. В процессе разрушения пены образуется жидкая пленка, смачивающая горящее вещество.

В зависимости от способа и условий получения огнетушащие пены делят на химические и воздушно-механические. Химическую пену вырабатывают в пеногенераторах типа ПГ из специальных порошков и в огнетушителях при реакции щелочного и кислотного зарядов в присутствии пенообразующего вещества. Генераторный порошок ПГП состоит из сернистого глинозема и бикарбоната натрия, обработанного экстрактом солодкового корня. При соединении порошка с водой образуется густая пена с содержанием углекислого газа до 80 %. Пену используют для тушения практически всех загораний, за исключением загораний электроустановок. Применение химической пены в связи с высокой стоимостью и сложностью организации пожаротушения сокращается.

Воздушно-механическая пена в отличие от химической представляет собой механическую смесь воздуха, воды и пенообразователя. Воздушно-механическую пену низкой (до 20), средней (20—200) и высокой (свыше 200) кратности получают с помощью специальной пенообразующей аппаратуры и пенообразователей ПО-1, ПО-1Д, ПО-6К, ПО-3А («ИВА»),

«САМПО», ПО-1С, ПО-11. Кратностью называют отношение объема пены к объему веществ, из которых она получается.

Воздушно-механическая пена применяется для тушения нефтепродуктов, твердых горючих веществ и материалов и является средством защиты сгораемых материалов и сооружений от действия лучистой теплоты при пожарах. Высокократная пена обеспечивает эффективное тушение пожаров в закрытых помещениях, а также разлитых легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Воздушно-механическая пена экономична, не требует для своего получения щелочей и кислот, не портит оборудование и предметы, на которые она попадает, не обладает корродирующим действием и имеет малую электропроводность.

Газо- и парообразные тушащие вещества. К таким веществам относят диоксид углерода, азот, аргон, водяной пар, дымовые или отработавшие газы. Огнетушащие действия этих веществ в основном сводятся к понижению концентрации кислорода в зоне горения.

Диоксид углерода находится в баллонах в сжиженном состоянии и может применяться для тушения в газообразном или снегообразном состоянии в виде хлопьев температурой около — 70° С. В газообразном состоянии он применяется для тушения пожаров в закрытых помещениях, в снегообразном виде — для тушения загораний с небольшой зоной горения, главным образом в первичных средствах пожаротушения. При тушении пожара в закрытом помещении огнетушащая концентрация диоксида углерода в воздухе помещения составляет примерно 30 % об. При таких концентрациях она может вызвать отравление людей, находящихся в помещении, где произошел пожар.

Азот при тушении пожаров в закрытых помещениях применяют примерно в таких же концентрациях, что и диоксид углерода. Огнетушащее действие азота при заполнении им свободного пространства значительно повышается при введении в защищаемую зону 3—5 % галоидированных углеводородов (тетрафтордибромэтан, йодистый метил).

Водяной пар применяют для тушения жидких, твердых и газообразных веществ. Максимальный эффект дает применение пара при тушении пожаров в закрытых помещениях объемом не более 500 м^3 или в условиях открытого пожара при небольших площадях горения. Для тушения используют как насыщенный (или отработавший), так и перегретый водяной пар технологического назначения. Более эффективным является насыщенный пар. Огнетушащей является концентрация водяного пара в воздухе, равная 35 % об.

Для тушения небольших открытых очагов пожара, а также для предупреждения воспламенения горючих жидкостей, протекающих через неплотности аппаратуры и трубопроводов,

устраиваются полустационарные системы паропроводов и стационарные системы автоматического действия. Эти системы состоят из стояков с гибкими резиновыми шлангами, по которым пар в виде струи подается к очагу пожара. Вентили и запорные задвижки распределительных паропроводов на системе пожаротушения располагают вне помещения и снабжают необходимыми указателями.

Галоидированные углеводороды. В настоящее время применяют огнетушащие составы на основе галоидированных углеводородов в виде газов или легкоиспаряющихся жидкостей. При введении их в зону горения происходит интенсивное торможение химической реакции горения, вследствие чего она заканчивается. Галоидированные углеводороды плохо растворяются в воде, но хорошо смешиваются с многими органическими веществами. Особенно эффективны галоидированные углеводороды при тушении горючих веществ в закрытых объемах, причем огнетушащая концентрация паров состава неопасна для человека.

Наиболее широкое распространение для пожаротушения получили тетрафтордибромэтан (R 114B2), бромистый метилен, трифторбромметан (R 13B1), а также огнетушащие составы 3, 5, 7, 4НД, СЖБ, ВФ (на основе бромистого этила).

Галоидоуглеводородные составы обладают удобными для пожаротушения физическими свойствами. Так, высокие значения плотности жидкости и паров обусловливают возможность создания огнетушащей струи и проникновения капель в пламя, а также удержание огнетушащих паров возле очага горения. Низкие температуры замерзания позволяют использовать эти составы при отрицательных температурах.

Порошковые огнетушащие составы. Для тушения пожаров применяют порошковые составы на основе неорганических солей щелочных составов. Они отличаются высокой огнетушащей эффективностью и универсальностью, т. е. способностью тушить любые материалы, в том числе и очаги пожара на электроустановках, находящихся под напряжением. В процессе тушения порошки, равномерно покрывая горящее вещество, изолируют зону горения от горючего вещества, при этом прекращается выделение тепла в зоне горения и горение прекращается.

Широко используют порошковые составы на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия. Кроме того, для получения порошков используют фосфорно-аммонийные соли, хлориды калия и натрия.

Огнетушащие сыпучие составы (ПСБ, ПФ, П-2, СИ-2), способные охлаждать зону горения, выделяют газы, перекрывая доступ воздуха к очагу пламени. В состав порошков входят бикарбонат натрия, тальк, графит, силикагель, фосфорно-аммонийные соли. Обычно смеси используют в порошковых огнетушителях.

Порошок ПСБ изготовляется из бикарбоната натрия ПСБ-1 с добавкой стеарата металла и талька. В 1974 г. освоена промышленностью новая модификация—порошок ПСБ-2, в котором стеарат металла заменен аэросилом марки АМ-1-300. В настоящее время промышленность выпускает третью модификацию — порошок ПСБ-3, отличающийся более высокой дисперсностью и, как следствие, повышенной огнетушащей способностью. Порошок ПСБ-3 включает бикарбонат натрия, аэросил и для улучшения текучести — нефелиновый концентрат.

При работе с порошковыми составами следует соблюдать меры предосторожности, не допуская попадания порошка в органы дыхания. В случае зарядки огнетушителей необходимо пользоваться противопыльными респираторами.

Технические средства тушения пожаров

Для ликвидации пожара в момент его возникновения холодильная установка должна быть обеспечена простейшими, или первичными средствами тушения пожара. К таким средствам относятся ручные огнетушители, песок, вода, асбестовые полотна, кошма, пожарные ведра, лопаты, топоры, ломы, багры. Все предметы окрашивают в красный цвет, а щит — в белый с красной каймой. Бочки для воды должны иметь вместимость 0,2 м^3, ящики для песка — 1 м^3.

По ГОСТ 12.2.047—80 «Пожарная техника. Термины и определения» огнетушители по виду огнетушащего средства подразделяются на жидкостные, углекислотные, химические пенные, воздушно-пенные, хладоновые, порошковые и комбинированные.

В жидкостных огнетушителях в качестве огнетушащего средства применяют воду, воду с добавками поверхностно-активных веществ и соединений или водные растворы различных химических соединений. В связи с тем что эти огнетушители чувствительны к низким температурам, их применение ограничено, отечественная промышленность их почти не выпускает.

В углекислотных огнетушителях огнетушащим средством является сжиженный диоксид углерода, в химических пенных — водные растворы кислот и щелочей, при взаимодействии которых образуется химическая пена.

Огнетушащим средством воздушно-пенных огнетушителей являются водные растворы пенообразователя (в качестве рабочего газа используется диоксид углерода, азот или воздух), аэрозольных огнетушителей — парообразующие вещества на основе галоидированных углеводородов (бромистый этил, хладон, смесь нескольких хладонов или смесь хладона с бромистым этилом, составы СЖБ и др.).

В порошковых огнетушителях в качестве огнетушащего средства используют сухие порошки на основе двууглекислой соды. Огнетушащими средствами в комбинированных огнетушителях являются порошок и пенообразователь.

По размеру и количеству огнетушащего средства огнетушители подразделяются на три основные группы: малолитражные с объемом корпуса баллона до 5 л; промышленные ручные с объемом корпуса до 10 л; передвижные и стационарные с объемом корпуса более 25 л.

По способу выброса огнетушащего средства огнетушители также подразделяют на три группы. У первых выброс огнетушащего средства происходит под давлением рабочих газов, образующихся в результате химической реакции компонентов заряда. У вторых огнетушащие средства выбрасываются под давлением самого огнетушащего средства или под давлением рабочего газа (диоксид углерода, азот или воздух), находящегося над огнетушащим составом. У третьих выброс огнетушащего средства происходит под

давлением рабочего газа (диоксид углерода, азот или воздух), закачанного в специальный баллончик, находящийся внутри или сбоку основного баллона.

На промышленных предприятиях наибольшее применение получили углекислотные, химические пенные, воздушно-пенные и порошковые огнетушители.

Ручные углекислотные огнетушители ОУ-2А, ОУ-2ММ, ОУ-5, ОУ-5ММ и ОУ-8 предназначены для тушения небольших начальных очагов загорания

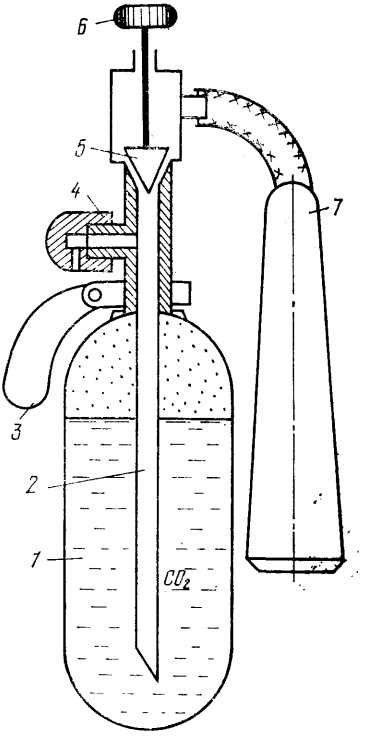


Рис. 40. Углекислотный огнетушитель ОУ-2

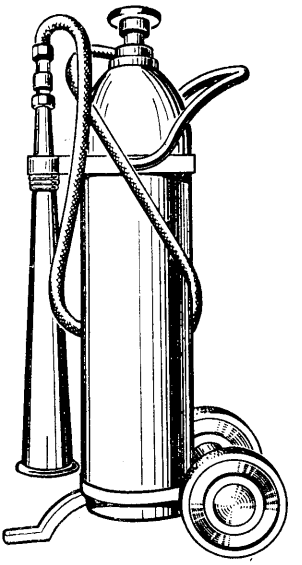


Рис. 41. Однобаллонный передвижной углекислотный огнетушитель ОУ-25

различных веществ и материалов, за исключением тех, горение которых происходит без доступа воздуха, а также для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В.

Углекислотный огнетушитель типа ОУ (рис. 40) состоит из баллона *1*, вентиля *5* с сифонной трубкой *2*, раструба *7*, ручки *3* и предохранительного устройства *4*, срабатывающего при давлении 22 МПа (~220 кгс/см²). В баллоне находится жидкий диоксид углерода, который при выходе из него расширяется (для этого надо открыть вентиль *5* поворотом маховичка *6*), превращаясь в смесь газа с углекислотным снегом. Снег сублимируется, т. е. превращается из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу (температура сублимации твердого диоксида углерода — 78,9 °С), понижая температуру окружающей среды. Образовавшийся углекислый газ обволакивает горящее вещество и препятствует доступу к нему воздуха.

Кроме ручных, выпускаются передвижные углекислотные огнетушители ОУ-25, ОУ-80 и ОУ-400.

Огнетушитель ОУ-25 предназначен для тушения загораний всех видов горючих материалов, а также установок, находящихся под напряжением до 1000 В, для которых применение воды и воздушно-механической пены неэффективно или нежелательно. Для тушения пожаров веществ и материалов, горение которых происходит без доступа воздуха, он непригоден. Огнетушитель используют при температуре окружающей среды от —25 до 50 °С.

Огнетушитель представляет собой однобаллонную передвижную установку пожаротушения, состоящую из баллона, смонтированного на двухколесном шасси, рамой в которой является сам баллон. Транспортируется огнетушитель одним человеком за рукоятку, которая крепится непосредственно на баллоне с помощью хомутов (рис. 41). Баллон огнетушителя заряжается диоксидом углерода, выпускаемым по ГОСТ 8050—76.

В горловину баллона ввернуто запорно-пусковое устройство пистолетного типа УН-52.000 с сифонной трубкой, которая не доходит до дна баллона на 3—4 мм. Запорно-пусковое устройство имеет предохранительную мембрану, срабатывающую при повышении давления внутри баллона огнетушителя сверх нормы, и рычаг для открывания клапана затвора при выпуске диоксида углерода.

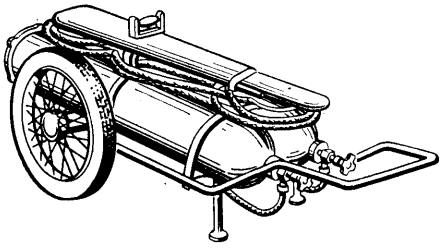


Рис. 42. Двухбаллонный передвижной углекислотный огнетушитель ОУ-80

Для образования снежной струи и направления ее на горящий объект к запорно-пусковому устройству присоединен резиновый шланг высокого давления с раструбом. Для приведения огнетушителя в действие рычаг запорно-пускового устройства должен быть повернут на себя, а раструб направлен на очаг загорания.

При выпуске сжиженного диоксида углерода из баллона происходит его резкое расширение и испарение с отбором теплоты из окружающей среды. В результате переохлаждаются металлоконструкции, непосредственно в раструбе образуется снег. С помощью шланга и раструба снежная струя направляется на очаг загорания, при этом огнетушитель должен находиться в вертикальном положении. Устойчивость огнетушителя в вертикальном положении обеспечивается ножкой, которая вместе с колесами образует три точки опоры.

При работе огнетушителя температура раструба, баллона и запорно-пускового устройства понижается до —60 °С, поэтому прикасаться оголенными частями тела к огнетушителю опасно. Раструб огнетушителя необходимо удерживать за рукоятку.

Огнетушитель должен быть заменен или переосвидетельствован (переиспытан) органами Госгортехнадзора СССР, если просрочен срок службы баллона, который выбит на сферической части баллона.

Передвижной углекислотный огнетушитель ОУ-80 (рис. 42) состоит из тележки, двух баллонов с колпаками, запорно-пускового устройства с изогнутыми сифонными трубками, коллектора с двумя разводящими шлангами с накидной шайбой и раструбом — снегообразователем, среднего кронштейна с хомутом для крепления баллонов и заднего кронштейна с хомутом для крепления баллонов и укладки шланга. Тележка представляет собой трубчатую раму на двух пневматических колесах с опорами под баллоны и задней опорной стойкой.

Для приведения в действие огнетушителя один человек снимает раструбы со шлангами с кронштейнов и протягивает их в сторону очага пожара; второй открывает запорно-пусковые устройства путем поворота рычагов от себя, а двое других направляют раструбы на очаг пожара и от-

крывают клапаны на них. Выходящие из раструба углекислотный снег и углекислый газ покрывают пламя, доступ кислорода к горящему предмету прекращается, и пожар ликвидируется.

Передвижной углекислотный огнетушитель ОУ-400 предназначен для тушения диоксидом углерода легковоспламеняющихся жидкостей на площади 25 м^2; пожаров в закрытых помещениях или труднодоступных местах объемом до 75 м^3; горящего электрооборудования, находящегося под напряжением не более 1000 В; загораний в архивах, библиотеках и галереях; заго-

Таблица 16. **Ручные углекислотные огнетушители**

Параметры	ОУ-2А	ОУ-2ММ	ОУ-5	ОУ-5ММ	ОУ-8
Тип баллона	—	Н-2-200	5-150	Н-5-150	8-15
Вместимость баллона, л	2	2	5	5	8
Давление, МПа					
рабочее при 50 °С	5,8—6	15	15	15	15
испытательное	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
разрыва предохранительной мембраны	16—19	16—19	16—19	16—19	16—19
Время интенсивного непрерывного выхода диоксида углерода через диффузор при 20 °С, с	15	30	15	35	20
Длина струи при 20 °С, м	1,5	1,5	2	2	
Габаритные размеры, мм					
длина с опущенным раструбом	440	440	540	530	920
ширина с раструбом	220	200	240	230	380
высота	—	—	—		
диаметр баллона	108	87	140	140	140
Масса, кг					
заряда	1,4	1,34	3,5	3,35	5,6
заряженного огнетушителя, кг	7	13,6	13	23,4	20

раний приборов точной механики. Для тушения горючих веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха, он непригоден. Применяют его при температуре окружающего воздуха от —25 до 50 °С.

Огнетушитель представляет собой передвижную установку газового пожаротушения, состоящую из восьми баллонов, заряженных сжиженным диоксидом углерода. Баллоны смонтированы на автомобильном одноосном прицепе ТАПЗ-655А. В горловину каждого баллона ввернута запорно-пусковая головка с сифонной трубкой. Запорно-пусковые головки объединены между собой коллектором при помощи трубок. На коллекторе установлен манометр, обеспечивающий визуальный контроль герметичности запорно-пусковых устройств баллонов во время эксплуатационного хранения огнетушителя. К обоим концам коллектора присоединены два шланга ПФ12. На конце каждого шланга установлены диффузоры для подачи углекислотно-снежной струи при тушении открытых пожаров. Вместо их может быть установлен лом-распылитель для тушения загораний в труднодоступных местах.

Углекислотная установка приводится в действие при помощи рычага запорного устройства, позволяющего использовать заряд диоксида углерода частями от одного, нескольких или из всех баллонов одновременно. После использования заряда баллоны вновь заряжают диоксидом углерода.

Краткие технические характеристики ручных и передвижных огнетушителей представлены соответственно в табл. 16 и 17.

На рис. 43 представлен ручной химический пенный огнетушитель ОХП-10, предназначенный для тушения очагов пожара твердых материалов, а также различных горючих жидкостей на площади не более 1 м², за ис-

Таблица 17. **Передвижные углекислотные огнетушители**

Параметры	ОУ-25	ОУ-80	ОУ-400*
Вместимость баллона, л	25	40	400
Число баллонов	1	2	1
Давление в огнетушителе, МПа	5,8	5,8	15
Давление разрыва предохранительной мембраны, МПа	16—19	16—19	16—19
Время непрерывного действия, с	20	50	240
Длина шланга с раструбом, м	3,4	0	—
Габаритные размеры, мм			
длина	480	1700	3400
ширина	400	760	1880
высота	1140	800	1750
Масса, кг			
заряженного огнетушителя	73	345	1700
заряда	17,5	56	—

* Тип шасси — автомобильный прицеп ТАПЗ-755А, максимальная скорость буксировки 75 км/ч.

ключением электроустановок, находящихся под током, а также щелочных металлов.

Огнетушитель представляет собой стальной сварной баллон, изготовленный из листовой качественной углеродистой стали толщиной 0,8 мм. В верхнее днище вварена горловина, закрытая чугунной крышкой с запорным устройством, состоящим из резинового клапана, закрепленного на штоке, пружины, прижимающей клапан к горловине кислотного стакана при закрытом положении рукоятки. Клапан и прокладка изготовлены из кислотощелочестойкой резины средней твердости. С помощью этой рукоятки осуществляется поднятие и опускание клапана. Спрыск огнетушителя расположен на горловине и накрыт специальной мембраной, предотвращающей выход заряда кислоты или раствора щелочи смешения. Мембрана спрыска выдерживает гидравлическое давление 0,08—0,14 МПа. К верхней части корпуса огнетушителя приварена ручка для его переноски.

Корпус огнетушителя испытывают гидравлическим давлением 2 МПа. Рабочее давление в корпусе не превышает 1,4 МПа. Внутренняя поверхность корпуса покрыта эпоксидной эмалью, защищающей его от коррозии. Стакан для кислотной части заряда изготовлен из полиэтилена и установлен в горловине огнетушителя. На корпусе огнетушителя имеется этикетка с основными данными и правилами эксплуатации.

Щелочную часть заряда растворяют в 0,8 л воды и заливают в корпус огнетушителя, кислотную часть заряда также растворяют в воде с доведением объема полученного раствора до 0,45 л и заливают в полиэтиленовый кислотный стакан.

Для приведения огнетушителя в действие надо прочистить шпилькой отверстие спрыска, поднять рукоятку вверх и перекинуть на 180° до отказа, чтобы эксцентрик рукоятки приподнял клапан колбы с кислотной частью заряда; затем повернуть корпус огнетушителя вверх дном. В этот момент произойдет реакция пенообразования, давление в корпусе резко возрастет, а из спрыска вылетит струя пены длиной до 8 м.

Огнетушитель поставляют потребителю собранным, незаряженным. Зимние заряды промышленность не изготовляет. Огнетушитель рекомендуется применять при температуре окружающего воздуха от 5 до 45 °С. Корпус огнетушителя ежегодно проверяют на прочность гидравлическим давлением 2 МПа и перезаряжают не реже раза в год.

Воздушно-пенные огнетушители. Промышленность выпускает ручные (ОВП-5, ОВП-10), передвижные (ОВП-100) и стационарные (ОВПУ-250) воздушно-пенные, а также химические воздушно-пенные (ОХВП-10, ОХВП-10М, ОХВП-10ММ) огнетушители. Огнетушители применяют при температуре окружающего воздуха от 5 до 50 °С. Огнетушащая эффективность этих огнетушителей в 2,5 раза выше эффективности химических пенных огнетушителей одинаковой вместимости.

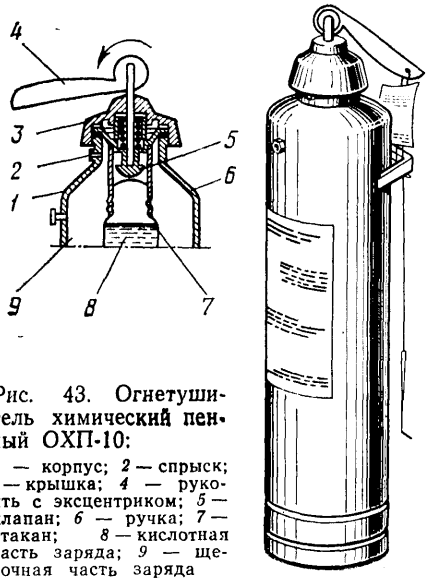


Рис. 43. Огнетушитель химический пенный ОХП-10:
1 — корпус; *2* — спрыск; *3* — крышка; *4* — рукоять с эксцентриком; *5* — клапан; *6* — ручка; *7* — стакан; *8* — кислотная часть заряда; *9* — щелочная часть заряда

Техническая характеристика огнетушителя ОХП-10

Полезная вместимость корпуса, л	8,7
Производительность по пене, л	43,5
Продолжительность действия, с	60
Дальность подачи струи пены, м, не менее	6
Диаметр насадка, м	4,7
Кратность пены, не менее	5
Количество воды для растворения щелочной части заряда, л	8,5
Габаритные размеры, мм	
наружный диаметр корпуса	148
высота (по ручке штока)	745
ширина корпуса с ручкой	195

Огнетушитель ОВП-5 включает в себя корпус, баллон для рабочего газа, крышку, рукав с насадком и кронштейн. Корпус огнетушителя состоит из обечайки, двух сферических днищ и служит для хранения огнетушащего состава. Верхнее днище имеет горловину, заливной штуцер с резьбовой заглушкой, кронштейн для крепления ручки. На обечайке расположены карман для крепления насадка и этикетка с краткой инструкцией по эксплуатации. Корпус огнетушителя окрашен в красный цвет.

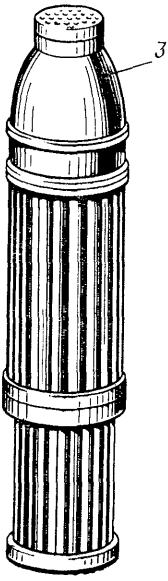
Рабочий газ под давлением 15 МПа находится в баллоне, который ввернут в крышку. В крышке размещены пусковой механизм и каналы для выхода газа, к которым привернута сифонная трубка. Баллон вместе с крышкой крепится на горловине корпуса с помощью гайки. Крышка огнетушителя вместе с гайкой закрыты декоративным пластмассовым колпаком. Через боковую сифонную трубку, к которой крепится шланг с пистолетом, выбрасывается водный раствор пенообразователя под давлением газа, выходящего из баллончика.

Насадок имеет запорный клапан и рукоятку для его открытия. В распылитель насадка ввернуто устройство, которое и создает высокократную воздушно-механическую вену. Он позволяет выбрасывать заряд полностью



Рис. 44. Порошковый огнетушитель ОП-1 («Спутник»):
1 — крышка; *2* — распылитель; *3* — корпус





или кратковременными импульсами. Кронштейн, предназначенный для подвешивания и крепления огнетушителя на объекте, штампованной конструкции, сварной, с хомутом для крепления огнетушителя. Для заливки раствора пенообразователя в верхнем днище имеется заливной штуцер с резьбовой пробкой. Огнетушитель переносится за ручку, которая закреплена на верхнем днище.

В месте соединения боковой сифонной трубки со шлангом находится защитная полиэтиленовая мембрана, которая разрывается под давлением 0,3—0,4 МПа. При выдергивании чеки и одновременном нажатии на рычаг происходит прокалывание мембраны. Диоксид углерода из баллона через каналы и сифонную трубку проникает в корпус и выдавливает раствор пенообразователя. Для выпуска раствора достаточно нажать на рукоятку насадка, в результате чего открывается клапан и раствор пенообразователя, проходя через пенный насадок, образует высокократную пену.

Порошковые огнетушители. Промышленность выпускает большое количество различных порошковых огнетушителей — малолитражных (ОП-1, ОП-2), ручных промышленных (ОП-5, ОП-10), передвижных (ОП-100), стационарных (ОП-250) и комбинированных (ОК-100).

Порошковые огнетушители ОП-1 и ОП-2 предназначены для тушения небольших загораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Применяются они в основном в бытовых помещениях, на транспортных средствах, в гаражах, дачных постройках и др. Порошковые огнетушители используют при температуре окружающего воздуха от —40 до 50 °С. Огнетушащим средством является порошок ПСБ-3 (механическая смесь двууглекислого натрия — бикарбоната с аэросилом — и нефелиновым концентратом).

Огнетушители ОП-5, ОП-10, ОП-100 и ОП-250 применяются на промышленных предприятиях для тушения загораний разлившихся легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, нефтепродуктов, растворителей, твердых веществ, а также электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В.

Огнетушитель ОП-1 (рис. 44) приводят в действие путем сильного встряхивания, вследствие которого через сетчатый распылитель, вставленный в горловину огнетушителя, вытекает порошок в виде пылевидного облака. Продолжительность действия 20—50 с.

В состав огнетушителя ОП-5 входят корпус, баллон для рабочего газа, крышка, рукав со стволом пистолетного типа и кронштейн. Корпус огнетушителя состоит из обечайки, двух днищ и служит для хранения огнетушащего средства. Верхнее днище имеет резьбовую горловину и обечайку — трубку для выхода порошка, к которой крепится шланг со стволом.

Рабочий газ в баллоне находится под давлением 15 МПа. В крышке размещен пусковой механизм и каналы для выхода газа, к которым привернута сифонная трубка. Баллон вместе с крышкой крепится на горловине с помощью гайки. Крышка огнетушителя закрыта пластмассовым колпаком. Через боковую трубку, к которой крепится шланг длиной 0,6 м со стволом, выбрасывается порошок под давлением газа, выходящего из баллона. Ствол имеет запорный клапан и рукоятку для его открытия. Для засыпки порошка в верхнем донышке корпуса имеется отверстие, закрываемое резьбовой пробкой. Огнетушитель переносится за ручку верхнего донышка. В месте соединения сифонной трубки со шлангом находится защитная мем-

брана из полиэтиленовой пленки, которая разрывается под давлением 0,3—0,4 МПа и предотвращает попадание влаги внутрь огнетушителя.

Пусковой механизм может быть выполнен в виде нажимного рычажка, прокалывающего мембрану иглой, которая возвращается в исходное положение. Воздух при проколотой мембране по каналам поступает в сифонную трубку, взрыхляет порошок и давит на него, заставляя вытесняться по сифонной трубке в шланг, прорывает мембрану и поступает в ствол. При нажиме на рукоятку ствола клапан открывается и порошковая струя вы-

Таблица 18. **Порошковые огнетушители**

Показатели	Ручные		Передвижной ОП-100	Стационарный ОП-250
	ОП-5	ОП-10		
Вместимость, л				
корпуса	5	10	100	275
баллона для хранения рабочего газа	0,175	0,35	10	2
Масса огнетушащего порошка, кг	5	10	90	250
Масса сжатого рабочего газа, г	25	65	—	—
Рабочее давление, МПа				
в корпусе огнетушителя	1,2	1,2	0,7	1
в баллоне для хранения рабочего газа	15	15	15	15
Продолжительность действия, с	15	20	45—60	150
Длина порошковой струи, м	5	5	11	8—10
Габаритные размеры, мм				
высота	460	700	1300	1700
ширина	225	300	800	—
длина	—	—	850	—
диаметр корпуса	156	170	—	—
размеры в плане				925×740
Масса огнетушителя, кг				
без заряда и кронштейна	5,5	5	—	230
с зарядом	10,5	15,5	180	480

ходит на очаг пожара. Ствол позволяет выпустить порошок весь сразу или по частям, для чего необходимо периодически отпускать рукоятку, пружина которой закрывает ствол. Огнетушитель имеет шланг и может работать в пределах температур внешней среды от —50 до 50 °С.

Порошковый огнетушитель ОП-10 состоит из стального корпуса, баллона для хранения рабочего газа, с помощью которого осуществляется подача порошка из корпуса огнетушителя, крышки с запорно-пусковым устройством, сифонной трубки и трубки подвода рабочего газа в нижнюю часть корпуса огнетушителя, шланга, заканчивающегося стволом-насадкой для образования и направления струи порошка на очаг загорания. Огнетушащим средством является порошок ПСБ-3.

Передвижной порошковый огнетушитель ОП-100 предназначен для тушения загораний легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, лаков, красок, пластмасс, установок, находящихся под напряжением до 1000 В, и мо-

жет применяться при температуре окружающего воздуха от —35 до 50 °С. Корпус огнетушителя испытывается на прочность и плотность в сборе гидравлическим давлением 1,1 МПа в течение 2 мин. Герметичность огнетушителя в сборе проверяется пневматическим давлением 0,7 МПа в течение 2 мин. Предохранительный клапан испытывается на герметичность пневматическим давлением 0,7 МПа в течение минуты.

Стационарный порошковый огнетушитель ОП-250 поставляется потребителю заряженным огнетушащим порошком ПСБ-3 и с пусковым баллоном (заряженным). В комплект огнетушителя входят запасные части, инструмент и 250 кг огнетушащего порошка.

Краткие технические характеристики порошковых огнетушителей приведены в табл. 18.

Обязанности обслуживающего персонала при возникновении пожара

Размеры пожара во многом зависят от того, как быстро будут приняты необходимые меры для ликвидации очага огня. Быстрые и четкие мероприятия по тушению пожара могут быть осуществлены только в тех случаях, когда каждый рабочий знает, что он должен делать в момент возникновения пожара, умеет приводить в действие все простейшие средства пожаротушения, знает, где они находятся, как он может вызвать пожарную команду.

При возникновении пожара машинист холодильной установки обязан немедленно сообщить об этом пожарной охране. Администрация должна оставаться на рабочем месте. Соединившись с пожарной командой, он должен спокойным и четким голосом сообщить, где возник пожар, что горит и кто сообщает о пожаре. Если пожар угрожает непосредственно компрессорному цеху или аппаратному отделению, необходимо в аварийном порядке остановить компрессоры и выпустить аммиак из системы.

Машинист холодильной установки обязан принять все меры для тушения пожара, пользуясь всеми имеющимися противопожарными средствами. Только в исключительных случаях, если пожар угрожает жизни машиниста холодильной установки, он имеет право оставить опасное место или помещение компрессорного цеха, выполнив все указанные выше требования и сообщив о случившемся администрации.

Глава 7. ПЕРВАЯ (ДОВРАЧЕБНАЯ) ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ

Поражение электрическим током

После освобождения пострадавшего от действия тока ему оказывают необходимую медицинскую помощь здесь же на месте. Переносить пострадавшего в другое место можно только в тех случаях, когда опасность для него или оказывающего помощь не устранена или при крайне неблагоприятных условиях: темнота, дождь, теснота, загазованность.

Меры первой медицинской помощи пострадавшему зависят от его состояния. Если пострадавший в сознании, но до этого был в обмороке или непродолжительное время находился под током, ему необходимо создать полный покой до прибытия врача и обеспечить дальнейшее наблюдение в течение 2—3 ч; при невозможности быстро вызвать врача надо срочно доставить пострадавшего в лечебное учреждение. При отсутствии сознания, но сохранившемся дыхании следует уложить пострадавшего на мягкую подстилку, расстегнуть пояс и одежду, обеспечить приток свежего воздуха, давать нюхать нашатырный спирт, обрызгивать лицо водой, растирать и согревать тело.

Если пострадавший дышит с трудом — очень редко и судорожно, необходимо делать искусственное дыхание и массаж сердца до восстановления деятельности сердца и дыхания. При отсутствии признаков жизни, т. е. при отсутствии дыхания, сердцебиения, пульса нельзя считать пострадавшего мертвым, так как смерть часто бывает лишь кажущейся. В этом случае также надо делать искусственное дыхание и массаж сердца. Искусственное дыхание и массаж сердца производят до восстановления деятельности сердца и дыхания, во всяком случае продолжают их до прибытия медицинской помощи. Только врач имеет право констатировать смерть.

Отравление 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, согревать 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 обмораживании 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.

Ожоги и обмораживание

Различают ожоги трех степеней: первой, второй и третьей. При ожогах первой степени появляются краснота, припухлость, чувствуется боль. Такие места обрабатывают спиртом, 4 %-ным раствором марганцовокислого калия и осторожно посыпают содой, после чего накладывают повязку с противоожоговой мазью (можно заменить любым несоленым жиром). При отсутствии мази место ожога покрывают стерильной повязкой.

При ожогах второй степени на коже появляются пузыри, наполненные жидкостью, а третьей степени — обугливается кожа или мышцы. В этих случаях кожу вокруг пузырей обмывают спиртом, обрабатывают крепким раствором марганцовокислого калия и для защиты обожженной поверхности тела от загрязнения накладывают стерильную повязку, после чего пострадавшего направляют в лечебное учреждение. При тяжелых ожогах вызывают скорую медицинскую помощь.

В связи с тем что раны от ожогов при загрязнении долго не заживают, во избежание попадания в них микробов:

нельзя отдирать обгоревшие приставшие куски одежды или обуви (в случае необходимости остатки обгоревшей одежды и обуви надо осторожно снять или обрезать ножницами);

не следует удалять приставшие к обожженной ране горячие

мастики и смолистые вещества или вскрывать образовавшиеся от ожога пузыри;

ни в коем случае нельзя прикасаться руками к обожженным местам или смазывать их мазями, маслами и растворами;

обожженные места следует покрывать стерильной повязкой из пакета, сверху положить слой ваты, затем забинтовать стерильным бинтом и отправить пострадавшего в медпункт или поликлинику;

при значительных ожогах после оказания первой помощи пострадавшего следует завернуть в чистую мокрую простыню, укрыть его одеялом и отправить в больницу.

При ожоге кислотами обожженную поверхность обрабатывают 5 %-ным раствором марганцовокислого калия или 10 %-ным раствором питьевой соды (одна чайная ложка на стакан воды) и накладывают марлю, пропитанную смесью растительного масла и известковой воды в равном соотношении. В случае ожога щелочью пораженное место обрабатывают слабым раствором уксусной кислоты (3—6 % по объему) или раствором борной кислоты (чайная ложка на стакан воды) и покрывают марлей, смоченной 5 %-ным раствором уксусной кислоты. Во всех случаях при химических ожогах необходима обильная предварительная промывка водой обожженной поверхности в течение 10—15 мин. При попадании едкой щелочи или ее паров в глаза и полость рта для промывания используют 2 %-ный раствор борной кислоты.

В случае ожога глаз электрической дугой применяют холодные примочки из борной кислоты и направляют пострадавшего в лечебное учреждение.

Обмороженную часть тела осторожно растирают сухой шерстяной перчаткой или суконкой, чтобы восстановить кровообращение и отогреть ее до нормальной температуры тела. Растирать снегом, особенно грязным, не рекомендуется, так как можно расцарапать кожу и занести инфекцию. После покраснения кожи, что свидетельствует о восстановлении кровообращения, ее смазывают борным вазелином или несоленым пищевым жиром, накладывают стерильную повязку и укрывают пострадавшего теплой одеждой или одеялом.

Обморок и тепловой удар

При обмороке, характерными признаками которого является головокружение, потемнение в глазах, ослабление сердечной деятельности, появление пота на лице и потеря сознания, надо обеспечить доступ свежего воздуха, расстегнуть одежду, стесняющую дыхание, и уложить пострадавшего так, чтобы голова его была ниже туловища, а ноги — выше. При таком положении кровь приливает к голове, а это очень важно, поскольку обморок происходит вследствие внезапного отлива крови от

головы. Можно смочить лицо и грудь холодной водой (прикладывать холодный компресс к голове не следует) и дать вдыхать с ватки нашатырный спирт. Если пострадавший пришел в сознание, то можно дать ему выпить холодной воды. При бессознательном состоянии человек теряет способность глотать, и вода может попасть не в пищевод, а в дыхательное горло.

При высокой температуре окружающей среды может нарушиться естественная терморегуляция организма, наступить обморочное состояние от теплового удара. Эти поражения вызывают слабость, головную боль, тошноту, рвоту, слабый пульс или учащение сердцебиения, сонливость, зевоту, шум в ушах, покраснение кожи лица, судороги, потерю сознания.

Пострадавшего надо вынести на свежий воздух, подложить что-нибудь ему под голову, расслабить застегнутую одежду, напоить водой, смочить холодной водой голову и грудь или положить на них мокрое полотенце. При потере сознания дать вдыхать с ватки нашатырный спирт. Если дыхание прекратилось или очень слабое, а пульс не прощупывается, необходимо немедленно начать делать искусственное дыхание, массаж сердца и вызвать врача.

Ранения и кровотечения

Ранения связаны с потерей крови и возможными заражениями. Особенно опасны ранения головы, живота, грудной клетки и суставов. В открытые раны могут быть занесены микробы столбняка и других заболеваний, в особенности если рана загрязнена землей. Введение противостолбнячной сыворотки предупредит опасное заболевание.

При оказании помощи необходимо тщательно вымыть руки с мылом или смазать кончики пальцев йодной настойкой. Не рекомендуется счищать грязь или сгустки крови с раны, так как грязь может проникнуть еще глубже в пораженную ткань, а кровотечение усилится. Также не следует промывать рану водой, заматывать ее изоляционной лентой, использовать мази и лекарства.

Кровотечения бывают артериальными, венозными и капиллярными. При артериальном кровотечении, наиболее опасном, ярко-красная кровь вытекает пульсирующей струей; при венозном темно-малиновая кровь вытекает медленно; при капиллярном кровь сочится каплями.

В случае поверхностных ран или ссадин возникает незначительное капиллярное кровотечение, которое может самостоятельно прекращаться благодаря свертыванию крови. Такое кровотечение легко остановить, наложив тугую стерильную марле-ватную повязку и бинт. Можно рану перевязать чистым платочком или предварительно выстиранной полоской белой ткани.

Для того чтобы остановить кровотечение, необходимо поднять раненую конечность; закрыть рану свертком перевязочного материала (из индивидуального пакета) и прижать сверху, не касаясь пальцами раны, на 4—5 мин. Если кровотечение прекратится, то накладывают сверху еще одну подушечку или клочок ваты и осторожно забинтовывают раненое место, чтобы не нарушить кровообращение в раненой конечности. При наложении бинта на руку или ногу виток его должен идти снизу вверх — от пальцев к туловищу.

При более глубоких ранах возникает венозное кровотечение. Для его прекращения раненую конечность надо поднять вверх и после дезинфекции кожи вокруг раны настойкой йода наложить тугую повязку. В этих целях можно использовать несколько подушечек из индивидуального пакета, сверху на них уложить клочок ваты и забинтовать (с некоторым давлением на рану). Такая повязка защитит рану от инфекции и сожмет поврежденный сосуд.

Артериальные кровотечения останавливают также наложением давящей повязки. Раненую конечность поднимают вверх, накладывают на рану сложенный в комочек перевязочный материал из индивидуального пакета и плотно прижимают его рукой. Если кровотечение остановится, рану туго забинтовывают. При сильном кровотечении, если оно не останавливается повязкой, рекомендуется применять сдавливание кровеносных сосудов, питающих раненую область, пальцами, жгутом или закруткой, а также путем сгибания конечностей в суставах. Так, кровотечение из конечностей быстро останавливается, если сделать матерчатый валик, вложить его в сгиб локтя или колена, согнуть конечность до отказа и крепко привязать к туловищу: артерия в сгибе сустава будет пережата, кровотечение сразу прекратится.

В случае одновременного перелома и ранения руки или ноги, когда согнуть сустав невозможно, используют жгут из резиновой ленты или трубки. Жгут накладывают на бедро ноги или на плечевую часть руки. Сначала кладут мягкую повязку, затем не очень туго и равномерно наматывают жгут. Вместо жгута можно использовать закрутку. Для этого веревкой, ремнем или полотенцем обвязывают раненую конечность, под узел подсовывают палку и закручивают веревку пока не прекратится кровотечение. Жгуты и закрутки можно держать не более 1,5—2 ч.

Для того чтобы остановить кровотечение из носа, надо потерпевшего усадить, запрокинуть ему голову, расстегнуть воротник, всунуть в нос тампон, смоченный в 3 %-ном растворе перекиси водорода, наложить на переносицу холодный компресс и зажать пальцами нос.

При кровотечении изо рта потерпевшего следует уложить и немедленно вызвать врача.

Переломы, вывихи, ушибы и растяжение связок

При переломе кости или вывихе сустава надо уложить или усадить пострадавшего так, чтобы дать больной конечности удобное и спокойное положение. Конечность должна находиться в полной неподвижности. Это правило является обязательным не только для устранения болевых ощущений, но и для предупреждения ряда добавочных повреждений окружающих тканей, а также для предупреждения превращения закрытого перелома в открытый.

При переломе или вывихе ключицы, которые заметны по припухлости и боли в области ключицы, в подмышечную впадину вкладывают комок ваты, сгибают руку в локте под прямым углом, верхнюю плечевую часть руки привязывают к туловищу, а кисть подвязывают к шее на треугольной косынке. После этого пострадавшего направляют в лечебное учреждение.

Острую боль от переломов и вывихов хорошо смягчает холодный компресс на поврежденное место.

Перелом или вывих руки придает ей неестественную форму, наблюдается припухлость в месте перелома. На поврежденное место в этом случае накладывают специальную шину (отрезок доски или фанеры) и осторожно прибинтовывают ее выше и ниже места перелома. Если перелом открытый (кости прорвали кожу), то рану перевязывают. Можно прибинтовать руку к туловищу или подвесить к шее на косынке. При переломе или вывихе кисти, а также пальцев рук в ладонь вкладывают кусочек ваты и прибинтовывают кисть руки с полусогнутыми пальцами к дощечке или шине.

В случае перелома или вывиха ноги надо обеспечить неподвижность и покой всей ноги. Шину накладывают от паха до пятки и осторожно прибинтовывают ее, стараясь не поднимать ногу. Ни в коем случае нельзя пытаться поставить кости на место или устранить вывих: по неопытности можно сделать дополнительные повреждения. Эту операцию должен выполнять только врач.

При переломе ребер ощущаются боли при дыхании, кашле и других движениях. В этом случае надо туго забинтовать грудь (при выдохе) или стянуть полотенцем.

Если при падении с высоты у пострадавшего произошел перелом позвоночника (возникает резкая боль в спине, он не может повернуться, пошевелиться), надо осторожно положить его на твердую ровную поверхность, избегая перегиба туловища, чтобы не повредить спинной мозг, и срочно вызвать скорую помощь.

Повреждения головы каким-либо предметом или при падении могут сопровождаться кровотечением из ушей и рта, потерей сознания. Надо немедленно вызвать врача медпункта или

скорую помощь, место повреждения охлаждать холодными примочками или пузырем со льдом.

При ушибах происходит разрыв мелких кровеносных сосудов и подкожное кровоизлияние, образуется кровоподтек. Если пострадавший получил несильный ушиб, то на ушибленное место надо положить ткань, смоченную холодной водой, снег или лед. Более сильные ушибы могут вызвать повреждения внутренних органов и даже потерю сознания, поэтому пострадавшего надо доставить на носилках в здравпункт для оказания врачебной помощи.

Растяжения связок сопровождаются острой болью в суставе и припухлостью. На больное место кладут холодный компресс, забинтовывают сустав, чтобы исключить подвижность, вызывают врача, если это необходимо, или доставляют больного в здравпункт.

Переноска и перевозка пострадавшего

Тяжело пострадавших переносят осторожно и плавно на руках или носилках. Переносить без носилок удобно вдвоем, сделав из рук сидение, идти надо мелким шагом и не в ногу. При поднимании, переноске и перевозке пострадавшего необходимо не причинять ему беспокойства и боли, не допускать сотрясения и не придавать ему неудобного положения. Поднимать пострадавшего и укладывать его на носилки необходимо согласованно, по команде, с одной (здоровой) стороны, стоя на одном колене, подсовывая руки под спину и ягодицы настолько, чтобы пальцы показались с другой стороны. Не вставая с колен, надо приподнять пострадавшего на такую высоту, чтобы кто-нибудь другой смог под него подставить носилки. При переломе позвоночника, если носилки мягкие, нужно класть пострадавшего лицом вниз. По ровному месту и по лестнице вниз следует нести больного ногами вперед; по лестнице вверх — вперед головой; при переломе ноги — наоборот: вниз по лестнице — ногами назад, а вверх по лестнице — ногами вперед. Чтобы носилки не качались, надо идти не в ногу, а с несколько согнутыми коленями и возможно меньше поднимая ноги (для предупреждения толчков). Снимая пострадавшего с носилок, следует поступать так же, как и при поднимании его с земли и укладывании на носилки.

Приемы искусственного дыхания и непрямого массажа сердца

Искусственное дыхание. Оживление организма, пораженного электрическим током, может быть произведено несколькими способами. Все они основаны на проведении искусственного дыхания.

Наиболее эффективными способами искусственного дыхания являются вдувание воздуха из легких (изо рта) оказывающего помощь в рот пострадавшего — «изо рта в рот» (рис. 45, *а*) или вдувание в нос (рис. 45, *б*). Искусственное дыхание производят одновременно с непрямым массажем сердца (рис. 45, *г*).

Техника вдувания воздуха в рот заключается в следующем. Пострадавшего укладывают на спину, открывают ему рот и удаляют изо рта протезы (при их наличии) и слизь. Для раскрытия гортани оказывающий помощь запрокидывает голову

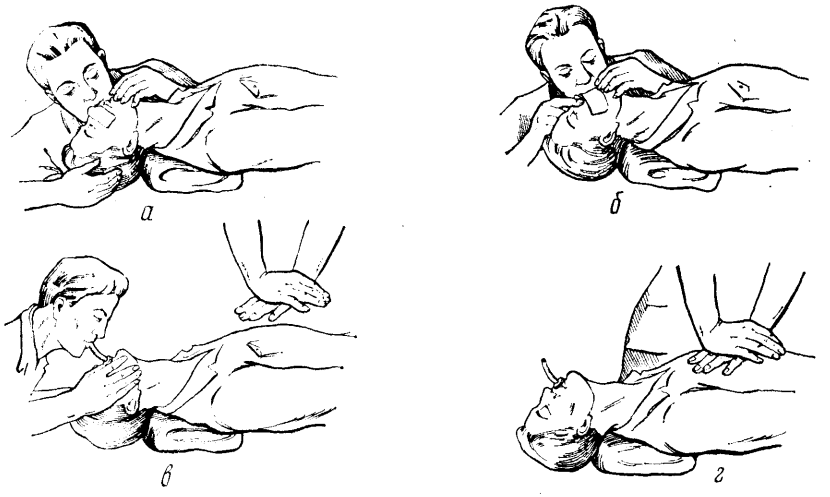


Рис. 45. Искусственное вдувание способом «изо рта в рот» и непрямой массаж сердца:
а — вдувание в рот; *б* — вдувание в нос; *в* — вдувание через воздуховод; *г* — непрямой массаж сердца

пострадавшего назад, подложив под его затылок одну руку, а второй рукой надавливает на лоб или темя пострадавшего так, чтобы подбородок его оказался на одной линии с шеей. После этого оказывающий помощь, сделав глубокий вдох, с силой выдыхает воздух в рот пострадавшего. При этом он должен охватить своим ртом весь рот пострадавшего и своим лицом зажать нос ему. Затем оказывающий помощь откидывается назад и делает новый вдох; в это время грудная клетка пострадавшего опускается и он делает пассивный выдох. В одну минуту следует делать 10—12 вдуваний. Вдувание можно делать через марлю, носовой платок или специальную трубку (воздуховод) с круглым щитком посередине (рис. 45, *в*). Дыхательную трубку вводят пострадавшему через рот в область носоглотки. Имеющийся на трубке щиток плотно прижимают к губам пострадавшего, что препятствует произвольному

выходу воздуха наружу. Оказывающий помощь делает через трубку два-три глубоких вдувания воздуха, отнимая после каждого вдувания свой рот от трубки для выхода воздуха из легких пострадавшего. После вдувания воздуха (через 1—2 с) ритмично 4—6 раз надавливают ладонями на нижнюю треть грудины (производят массаж сердца).

Во время проведения искусственного дыхания следует внимательно наблюдать за лицом пострадавшего. Если он пошевелит губами или веками или сделает глотательное движение гортанью (кадыком), нужно проверить, не сделает ли он самостоятельного вдоха. Производить искусственное дыхание

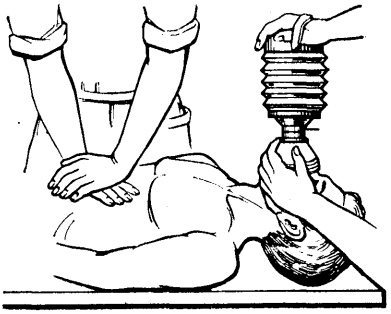


Рис. 46. Одновременное осуществление закрытого массажа сердца и искусственного дыхания с помощью портативного аппарата РПА-1

после того, как пострадавший начнет дышать самостоятельно и равномерно, не следует, так как продолжение искусственного дыхания может причинить ему лишний вред. Как только пострадавший придет в себя, целесообразно положить его на теплую подстилку и приложить теплые грелки.

Для искусственного дыхания применяют аппарат РПА-1 (рис. 46), в комплект которого входят резиновый гофрированный мех, маска, языкодержатель, расширитель рта и наголовник. Мехом вручную можно вдувать порции воздуха от 0,25 до 1,5 л.

Наружный массаж сердца. При отсутствии у пострадавшего сердцебиения необходимо одновременно с искусственным дыханием начать наружный (непрямой) массаж сердца для поддержания кровообращения в организме и восстановления самостоятельной деятельности сердца.

Для производства наружного массажа сердца пострадавшего укладывают на жесткую скамью или пол и освобождают его от стесняющей одежды — расстегивают пояс, воротник, снимают подтяжки. Оказывающий помощь занимает с правой или левой стороны пострадавшего такое положение, чтобы можно было наклоняться над ним. Если пострадавший уложен на столе, надо встать на низкий стул, а если на полу, встать на колени.

После определения положения нижней трети грудины оказывающий помощь кладет на нее верхний край ладони разогнутой до отказа руки, а поверх нее ладонь второй руки (см. рис. 45, *г*) и надавливает на грудную клетку пострадавшего, слегка помогая при этом наклоном своего корпуса. Надавливать на грудину следует примерно один раз в секунду, быстрым толчком так, чтобы продвинуть нижнюю часть грудины вниз в сторону позвоночника на 3—4 см, а у полных людей — на 5—6 см. После толчка руки остаются в достигнутом положении примерно одну треть секунды, затем снимаются с грудной клетки, давая ей возможность расправиться. Следует избегать надавливания на окончания ребер во избежание их перелома, а также на грудину во время вдоха, так как это препятствует дыханию и делает массаж сердца неэффективным.

Одновременно с массажем сердца делают искусственное дыхание (вдувание). Вдувание производят в промежутках между надавливанием или же во время специальной паузы, через каждые 4—5 надавливаний. Наиболее целесообразно проводить оживление пострадавшего вдвоем. В этом случае можно поочередно проводить искусственное дыхание и массаж сердца, сменяя друг друга через каждые 5—10 мин. Если первую помощь оказывает один человек, то при отсутствии пульса у пострадавшего ему делается два-три глубоких вдувания, после чего в течение 15—20 с проводится массаж сердца, который прерывается для повторения искусственного дыхания (два-три глубоких вдоха, затем снова повторяется массаж).

Массаж сердца и искусственное дыхание продолжают до появления у пострадавшего самостоятельного дыхания и восстановления деятельности сердца. О восстановлении сердечной деятельности свидетельствует появление пульса, который сохраняется, если на несколько секунд прекратить массаж. Для проверки пульса массаж прерывают на 2—3 с.

Прекратить меры доврачебной помощи можно только в случае появления явных признаков смерти (трупные пятна или трупное окоченение).

Приложение 1

Оснащение аппаратов (сосудов) аммиачных холодильных установок приборами контроля и автоматики

Аппарат (сосуд)	Предохранительный клапан	Манометр	Мановакуумметр	Визуальный указатель уровня	Реле уровня		Сигнализация показания уровня		Примечание
					контролирующие уровень	отключающие компрессоры (защитные)	световая	звуковая	
Конденсаторы									
элементный	+	+	—	—	—	—	—	—	
кожухотрубный горизонтальный	+	+	—	+	—	—	—	—	
кожухотрубный вертикальный	+	+	—	+	—	—	—	—	
оросительный	+	+	—	—	—	—	—	—	
испарительный	—	+	—	—	—	—	—	—	
Линейный ресивер	+	+	—	+	Максимально допустимый	—	Желтый	+	
					Минимально допустимый	—	—	+	
Ресивер для хранения запаса аммиака	+	+	—	+	Максимально допустимый, минимально допустимый	—	Желтый	+	
Переохладитель жидкого аммиака	—	—	—	—	—	—	—	—	
Маслоотделитель	+	+	—	+	—	—	—	—	Контроль поступления жидкости может осуществляться и поплавковым регулятором ПР-14
Маслосборник	—	+	—	+	—	—	—	—	

Аппарат (сосуд)	Предохранительный клапан	Манометр	Мановакуумметр	Визуальный указатель уровня	Реле уровня		Сигнализация показания уровня		Примечание
					контролирующие уровень	отключающие компрессоры (защитные)	световая	звуковая	
Испарители									
панельный	+	—	+	—					
кожухотрубный с отделителем жидкости	+	—	+	—	Поступление жидкости	—	—	—	
					Максимально допустимый	—	Желтый	+	Реле уровня, отключающие компрессоры при опасном повышении уровня жидкого аммиака, устанавливаются на отделителе жидкости
без отделителя жидкости	+	—	+	—	Поступление жидкости	+	—	—	
							Красный	+	
Промежуточный сосуд	+	+	—	—	Поступление жидкости	+	—	—	
							Красный	+	
Циркуляционный ресивер с отделителем жидкости	+	—	+	+	Поступление жидкости	—	—	—	Отделитель жидкости, не выполняющий функции разделительного сосуда
					Максимально допустимый	—	Желтый	+	
без отделителя жидкости	+	—	+	+	Поступление жидкости	—	—	—	
					Максимально допустимый	+	Желтый	+	
							Красный	+	
Отделитель жидкости									

без уровня жидкого аммиака	—	—	+	—	—	+	Красный	+	Используется в насосно-циркуляционных системах, в безнасосных системах в сочетании с защитными ресиверами
без уровня жидкого аммиака	—	—	+	—	Появление уровня	—	Желтый	+	Используется в безнасосных системах с подачей жидкого аммиака от регулирующей станции в отделитель жидкости
со свободным уровнем жидкого аммиака (для питания охлаждающих устройств)	—	—	+	—	Поступление жидкости	— +	— Красный	— +	Например, отделитель жидкости при панельном испарителе
Дренажный ресивер	+	—	+	+	Максимально допустимый		Желтый	+	
					Минимально допустимый		Желтый	+	
Защитный ресивер с дополнительным отделителем жидкости	+	—	+	+	Максимально допустимый		Желтый	+	В случае использования горизонтальных ресиверов
					Минимально допустимый		Желтый	+	
без дополнительного отделителя жидкости	+	—	+	+	Максимально допустимый		Желтый	+	В случае использования вертикальных ресиверов
					Минимально допустимый		Желтый	+	
						+	Красный	+	
Технологическое оборудование (фризеры и др.)	+	—	+	+	—	—	—	—	

Приложение 2. **Нормативы численности обслуживающего персонала холодильных установок**

Таблица 1. **Нормативы численности машинистов, обслуживающих холодильные установки с частичной автоматизацией**

Холодопроизводительность компрессора при стандартных условиях, тыс. ккал/ч	Количество работающих компрессоров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 и свыше
	Нормативы численности (на 1 компрессор в смену)									
До 300	0,445	0,374	0,311	0,258	0,214	0,200	0,186	0,176	0,160	0,150
От 301 до 400	0,466	0,405	0,352	0,306	0,266	0,254	0,242	0,230	0,219	0,208
Свыше 400	0,542	0,484	0,432	0,386	0,345	0,322	0,301	0,281	0,262	0,245

Примечания.

1. Нормативы численности, приведенные в табл. 1, даны для случаев, когда компрессоры расположены в одном цехе.

2. Численность машинистов для предприятий, имеющих в своем составе два или несколько компрессорных цехов, определяется по каждому цеху отдельно.

3. При обслуживании холодильной установки с комплексной автоматизацией устанавливается норматив численности один машинист в смену на центральный пульт управления (при любом количестве компрессоров в одном цехе) при условии наличия в смене специалиста по КИПиА.

Таблица 2. **Нормативы численности слесарей-ремонтников, обслуживающих холодильные установки**

Холодопроизводительность компрессора при стандартных условиях, тыс. ккал/ч	Количество работающих компрессоров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 и свыше
	Нормативы численности (на 1 компрессор в смену)									
До 300	0,336	0,297	0,263	0,206	0,194	0,180	0,169	0,156	0,148	
От 301 до 400	0,415	0,361	0,314	0,273	0,237	0,227	0,218	0,209	0,201	0,193
Свыше 400	0,508	0,446	0,392	0,344	0,302	0,289	0,275	0,261	0,248	0,236

Приложение 3. **Периодичность проведения технического освидетельствования аппаратов (сосудов) аммиачных холодильных установок в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок**

Внутренний осмотр аппаратов (сосудов), доступных для осмотра (п. 6.1)	Один раз в два года
Пневматическое испытание на прочность и плотность аппаратов (сосудов), недоступных для внутреннего осмотра (п. 6.1)	Один раз в два года
Пневматическое испытание на прочность и плотность аппаратов (сосудов), доступных для внутреннего осмотра (п. 6.1)	Один раз в восемь лет

Приложение 4. **Периодичность проведения инструктажа, обучения и аттестации рабочих, обслуживающих аммиачные холодильные установки в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок**

Вводный инструктаж (п. 2.2)	При поступлении на работу
Первичный инструктаж на рабочем месте (п. 2.2)	Перед допуском к работе в компрессорном цехе
Стажировка машинистов холодильной установки перед допуском к самостоятельному ее обслуживанию (п. 2.1)	Не менее месяца
Повторный инструктаж на рабочем месте (п. 2.2)	Один раз в три месяца
Внеплановый инструктаж на рабочем месте (п. 2.2)	По мере необходимости
Обучение на предприятии (п. 2.2)	Один раз в год
Проверка знаний персоналом инструкций по безопасной эксплуатации холодильного оборудования и практическим действиям по оказанию доврачебной помощи (п. 2.3)	Один раз в год

Приложение 5. **Давление испытания аппаратов (сосудов)**

Аппарат (сосуды)	Давление испытания (избыточное) аппаратов (сосудов), МПа, (кгс/см²)	
	пробное на прочность	рабочее на плотность
Стороны нагнетания	1,8; 2,5 * (18; 25 *)	1,5; 2,0 * (15; 20 *)
Стороны всасывания	1,2; 2,0 * (12; 20 *)	1,0; 1,6 * (10; 16 *)

* Для оборудования с рабочим давлением 2 МПа (20 кгс/см²) на стороне нагнетания и 1,6 МПа (16 кгс/см²) на стороне всасывания. При работе этого оборудования совместно с ранее установленным и имеющим более низкое рабочее давление, величину давления испытания следует принимать по меньшему значению.

Приложение 6. **Инструкция по оттаиванию снеговой шубы и продувке охлаждающих устройств горячими парами аммиака**

1. Грузы, расположенные под батареями, необходимо заранее укрыть брезентом для предохранения от попадания на них снеговой шубы.

2. Закрыть вентили *1* и *3* (рисунок), прекратив тем самым питание жидким аммиаком и отсос аммиака из охлаждающих устройств камеры, предназначенных для оттаивания с них снеговой шубы.

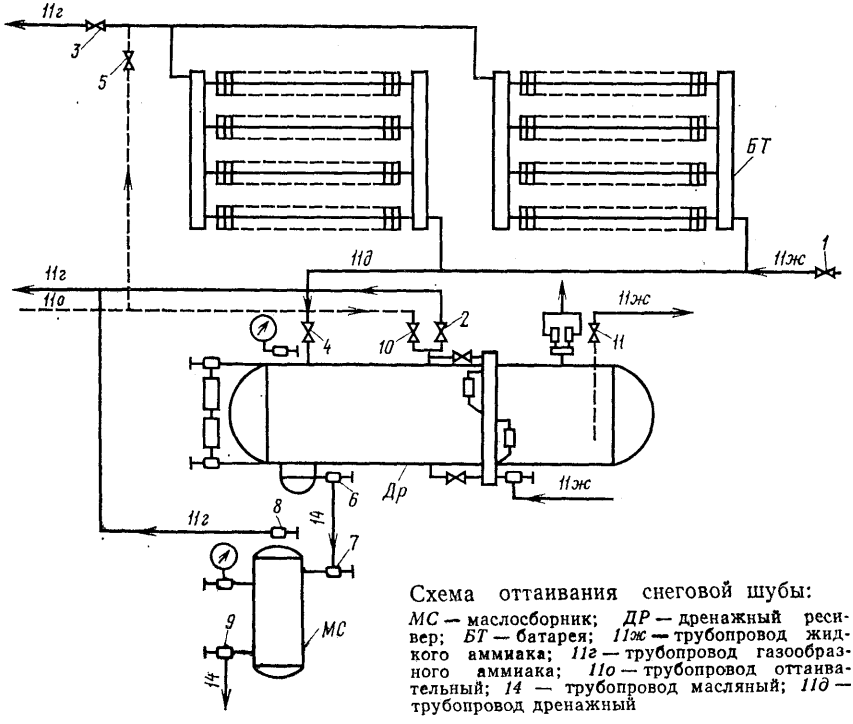


Схема оттаивания снеговой шубы:

МС — маслосборник; *ДР* — дренажный ресивер; *БТ* — батарея; *11ж* — трубопровод жидкого аммиака; *11г* — трубопровод газообразного аммиака; *11о* — трубопровод оттаивательный; *14* — трубопровод масляный; *11д* — трубопровод дренажный

3. Присоединить дренажный ресивер к всасывающему трубопроводу, открыв вентиль *2*, и понизить давление в ресивере до давления всасывания, после чего вентиль *2* закрыть.

Открывать вентиль *2* следует осторожно из-за возможного наличия в ресивере жидкого аммиака.

4. Открыть вентиль *4* и спустить жидкий аммиак из охлаждающих устройств камеры в дренажный ресивер.

При невозможности слива жидкого аммиака из охлаждающих устройств в ресивер самотеком необходимо открыть вентиль *5* и выдавить жидкий аммиак в ресивер. После этого закрыть вентиль *5* и, осторожно открывая вентиль *2*, отсосать из ресивера пары аммиака, понизив тем самым давление в ресивере до давления всасывания.

После понижения давления в ресивере вентиль *2* закрыть.

5. Отключить ресивер от охлаждающих устройств, закрыв вентиль *4* (при отсутствии поплавкового регулятора уровня высокого давления).

6. Подать горячие аммиачные пары в освобожденные от жидкого аммиака охлаждающие устройства камеры, открыв вентиль *5*.

7. При отсутствии поплавкового регулятора уровня высокого давления необходимо периодически в процессе оттаивания открывать вентиль *4* для выпуска из батареи конденсата.

8. После оттаивания снеговой шубы с охлаждающих устройств закрыть вентиль *5* на линии горячего аммиака и открыть вентиль *3* на всасывающем трубопроводе и вентиль *1* на жидкостном трубопроводе.

9. Спустить масло из ресивера в маслосборник, открыв вентили *6* и *7* маслосборного горшка ресивера и маслосборника.

После перепуска масла закрыть вентили *6* и *7* и в целях понижения давления в маслосборнике открыть вентиль *8*, расположенный сверху маслосборника. Понизив давление в маслосборнике до давления всасывания (определить по мановакуумметру), закрыть вентиль *8* и выпустить масло, открыв вентиль *9*.

10. Передавить жидкий аммиак из ресивера в испарительную систему, открыв вентили *10* и *11*, а также регулирующий вентиль у регулирующей станции.

11. После освобождения ресивера от жидкого аммиака закрыть вентили *10* и *11*.

12. Понизить давление в ресивере до давления кипения открыв вентиль *2*. По достижении давления кипения вентиль *2* закрыть.

13. Окончив работу по продувке, все вентили переключить в рабочее положение в соответствии с их назначением.

14. Оттаивание воздухоохладителей горячими парами аммиака следует производить аналогично оттаиванию батарей в соответствии с вышеприведенной инструкцией.

Приложение 7. **Инструкция по хранению, опорожнению баллонов и наполнению их аммиаком из системы**

Периодическое освидетельствование баллонов должно производиться на заводе-наполнителе или на специально организованных испытательных пунктах выделенным приказом по предприятию работниками этих заводов (испытательных пунктов). Освидетельствование аммиачных баллонов, проверка вместимости и массы производится не реже одного раза в 5 лет.

Перед осмотром баллоны тщательно очищаются и промываются водой.

При обнаружении лицом, производящим освидетельствование, потери массы или увеличения вместимости баллоны переводятся в другой тип и на них наносится новое клеймо.

Все баллоны должны иметь стандартные клейма, окраску и надписи. Знаки клеймения по высоте должны быть не менее 8 мм. Место на баллоне, где выбиты паспортные данные его, покрывается бесцветным лаком и обводится краской в виде рамки.

На баллоне выбивается фактическая масса его с точностью до 0,2 кг. Масса баллонов указывается с учетом массы нанесенной краски без вентиля и колпака, но с кольцом для колпака и с башмаком, если они имеются.

На баллоне указывается также дата освидетельствования его. Например, клеймо 10-79-84 означает, что баллон был испытан в октябре 1979 г. и подлежит последующему испытанию в 1984 г.

Баллоны можно окрашивать масляными и эмалевыми нитрокрасками.

Аммиачные баллоны окрашивают в желтый цвет с надписью черной краской «Аммиак».

Аммиачные баллоны, проработавшие 40 лет и более, переводятся в тип баллонов с меньшим давлением.

Лицо, проводящее испытание, на бракованные баллоны наносит круглое клеймо диаметром 12 мм с изображением креста внутри круга.

При длительном хранении баллонов, заполненных аммиаком, после наступления очередного срока освидетельствования от партии до 100 шт. отбирают и проверяют 5 баллонов, от партии до 500 шт.— 10 баллонов.

При удовлетворительных результатах освидетельствования срок хранения баллонов устанавливается лицом, производившим освидетельствование, но не более чем 2 года. Результаты выборочного освидетельствования оформляются соответствующим актом.

При неудовлетворительных результатах освидетельствования производится повторное освидетельствование баллонов в таком же количестве.

В случае неудовлетворительных результатов при повторном освидетельствовании дальнейшее хранение всей партии баллонов не допускается; газ из баллонов должен быть удален в срок, указанный лицом (представителем администрации), производившим освидетельствование, после чего баллоны должны быть подвергнуты техническому освидетельствованию каждый в отдельности.

Ремонт баллонов (пересадка башмаков и колец для колпаков) и вентилей должен производиться на заводах-наполнителях. По разрешению местных органов Госгортехнадзора ремонт баллонов и вентилей может быть допущен в специальных мастерских.

Вентиль после ремонта, связанного с его разборкой, должен быть проверен на плотность при рабочем давлении.

Производить насадку башмаков на баллоны разрешается только после выпуска газа, вывертывания вентилей и соответствующей дегазации баллонов.

Очистка и окраска наполненных газом баллонов, а также укрепление колец на их горловинах запрещаются.

Баллоны перед наполнением проверяют прежде всего в отношении срока службы после последнего испытания.

Если этот срок (5 лет) истек, то баллоны должны быть вновь представлены для испытания.

При наполнении аммиаком баллон должен находиться на весах для точного определения степени наполнения. Наполнение емкости баллона не должно превышать 0,50 кг/л.

Наполнение баллонов выше указанной нормы запрещается, так как оно может привести к взрыву баллона.

Запрещается наполнять аммиаком баллоны, у которых:

а) истек срок периодического освидетельствования;

б) отсутствуют установленные клейма;

в) неисправны вентили;

г) поврежден корпус (трещины, сильная коррозия, заметное изменение формы).

После наполнения баллонов необходимо выпустить из них воздух, открыв ненадолго вентиль.

Баллоны наполняются от специально оборудованного коллектора, смонтированного вне помещения компрессорного цеха.

На коллекторе устанавливают аммиачный манометр и надлежащую запорную арматуру.

Для подключения баллонов к коллектору должны применяться стальные трубки, имеющие на концах штуцера с накидными гайками.

Во избежание попадания аммиака на лицо и руки работающего открывание колпачковой заглушки на штуцере вентиля баллона необходимо производить осторожно, при этом выходное отверстие вентиля баллона должно быть направлено в сторону от работающего.

Наполнение баллонов аммиаком должно производиться только машинистом под наблюдением начальника компрессорного цеха.

Категорически запрещается накапливание заполненных аммиаком баллонов на площадке у наполнительного коллектора и нахождение около него лиц, не участвующих в работе.

При отсасывании аммиака из баллонов необходимо убедиться в исправности вентиля баллона.

Баллоны с неисправными вентилями откладываются в сторону, о чем доводится до сведения начальника компрессорного цеха для принятия соответствующих мер.

Перед отсасыванием аммиака из баллонов в систему необходимо путем кратковременного небольшого открытия вентиля убедиться, что в баллонах находится аммиак, а не какой-либо другой газ.

Категорически запрещается подогревание баллонов при отсасывании.

Во время пополнения системы аммиаком производится взвешивание баллонов до и после опорожнения. По результатам взвешивания записывается в специальную ведомость количество аммиака, заряженного в систему.

Все лица, работающие по наполнению или опорожнению баллонов, должны иметь исправные противогазы и резиновые перчатки.

Приложение 8. Инструкция по проведению пневматического испытания аппаратов (сосудов) аммиачных холодильных установок

Организация работ. Работы по проведению пневматического испытания аппаратов (сосудов) должны быть организованы лицом, назначенным администрацией предприятия в качестве ответственного за их исправное состояние и безопасную эксплуатацию и в присутствии лица, ответственного за надзор.

Непосредственное выполнение работ по испытанию сосудов возлагается на сменного механика или старшего машиниста компрессорного цеха. Одновременно определяется состав бригады по проведению испытания, которая обеспечивается инструментом, спецодеждой, противогазами и аптечкой.

Проводится инструктаж членов бригады и проверка знаний ими настоящей Инструкции.

Отсос аммиака из сосуда, продувка его воздухом и пневматическое испытание проводятся старшим машинистом или сменным механиком, входящим в состав бригады, под непосредственным руководством ответственного лица.

Подготовка к испытанию. Для проверки состояния сварных швов перед испытанием сосуда должна быть удалена в необходимых местах тепловая изоляция, после чего проводится тщательный внешний и в доступных местах внутренний осмотр аппарата (сосуда).

Сосуд необходимо освободить от аммиака, создав в нем вакуум. Для отсоса аммиака из сосуда следует переключить запорные вентили в аммиачной схеме, соблюдая требования Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок. Правильность произведенных переключений в аммиачной схеме следует также проверить по чертежу — схеме трубопроводов холодильной установки. При отсосе аммиака и вакуумировании сосуда все прочие аппараты, охлаждающие устройства, присоединенные к аммиачному компрессору, которым производится отсос, должны быть отключены. После переключения на отсос следует выпустить из сосуда масло.

Вакуумирование и испытание давлением контролируются с помощью

аммиачного манометра, установленного на всасывающем трубопроводе возможно ближе к аппарату. Манометр должен иметь непросроченную пломбу и быть исправным, а стрелка должна указывать на нуль, когда манометр снят с рабочего места.

Полное освобождение аппарата от остатков аммиака достигается неоднократным включением компрессора примерно через каждые 2—3 ч, пока давление в аппарате не перестанет повышаться. При отсосе аммиака из сосуда не допускается нагрев последнего каким бы то ни было способом.

Для проверки отсутствия аммиака в сосуде следует медленно открыть маслоспускной вентиль, а если его нет, медленно ослабить одно из фланцевых соединений, отвернув гайки болтов не более чем на 2—3 оборота, и убедиться, что через образовавшуюся неплотность внутрь аппарата засасывается воздух. Проверку необходимо производить в противогазе (марки КД).

Для полной надежности отключения сосуда от действующей холодильной системы между фланцами трубопроводов с запорными вентилями ставят

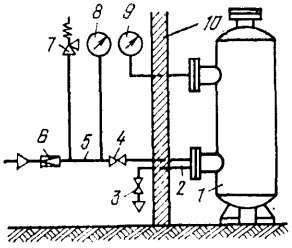


Схема пневматического испытания аппарата:
1 — испытываемый аппарат; *2* — трубопровод сброса воздуха; *3* — вентиль сброса воздуха; *4* — вентиль подачи воздуха; *5* — трубопровод подачи воздуха; *6* — редукционный клапан; *7* — предохранительный клапан; *8* — рабочий манометр; *9* — контрольный манометр; *10* — стена здания

заглушки со стороны сосуда, за исключением трубопроводов, через которые нагнетается воздух. Заглушки ставят на прокладках, учитывая разность между пробным давлением в сосуде и давлением в трубопроводе. Заглушки должны иметь рукоятки (хвостовики) для быстрого определения места их установки.

До испытания сосуда пневматическим давлением необходимо продуть его воздухом через полностью открытый маслоспускной вентиль (а при его отсутствии — через один из запорных вентилей у сосуда). Предохранительные клапаны сосуда должны быть отсоединены и заменены заглушками.

Проведение испытаний. Необходимое давление испытания должно быть создано с помощью специального воздушного компрессора. Сосуд, подключенный к всасывающей стороне холодильной установки, испытывают на прочность пробным давлением 1,2 (2,0) МПа [12(20*)кгс/см^2], к нагнетательной стороне — давлением 1,8(2,5) МПа [18(25)* кгс/см^2].

Испытания должны проводиться в соответствии с рабочей схемой испытаний, содержащей мероприятия по технике безопасности и утвержденной главным инженером предприятия. Рабочая схема испытаний составляется на основании принципиальной схемы испытания, приведенной на рисунке.

При очередном испытании на прочность под постоянным пробным давлением с помощью вентиля *4* сосуд держат в течение 5 мин, после чего давление с помощью вентиля *3* плавно снижают до рабочего, которое поддерживают во время осмотра сосуда в течение нескольких часов (но не менее трех) для выравнивания температуры воздуха в сосуде и в окружающей среде.

Температуру воздуха внутри сосуда и окружающей среды контролируют специальными термопарами или ртутными термометрами, устанавливаемыми

---

* Для нового оборудования, у которого $p_{раб}$ равно 2,0 и 1,6 МПа (20 и 16 кгс/см^2) соответственно, если это оборудование не работает совместно со старым.

в имеющиеся в сосуде гильзы или укрепленными на стенке сосуда. При креплении ртутного термометра к стенке сосуда должна предусматриваться надежная изоляция ртутного баллона термометра и прилегающего участка стенки сосуда от притока тепла из окружающей среды.

По истечении срока выдержки и выравнивания температур внутри сосуда и окружающей среды, а также при отсутствии течей и видимых деформаций вентилем подачи воздуха *4* по манометру *9* устанавливается в сосуде рабочее давление. Трубопровод подачи воздуха в испытываемый сосуд отсоединяется, и между трубопроводом и запорным вентилем устанавливается металлическая заглушка, после чего наблюдают за падением давления (величина падения давления определяется по специальной формуле). Время испытания (выдержка) при периодической проверке сосуда принимается менее 4 ч.

Сосуд признается выдержавшим пневматические испытания на прочность при техническом освидетельствовании и пригодным к дальнейшей эксплуатации, если: в сосуде не окажется признаков разрыва; не обнаруживается пропуска газа через сварные и паяные швы; не замечается видимых остаточных деформаций после испытаний; падение давления в сосуде не превышает 0,1 % за один час.

При пневматическом испытании сосуда запрещается добавлять аммиак к воздуху.

Пневматическое испытание сосудов должно производиться с принятием особых мер предосторожности, в том числе: на время испытания сосудов работа холодильной установки прекращается; на время испытания сосудов пробным давлением на прочность люди удаляются в безопасные места; нахождение посторонних лиц при испытании рабочим давлением, а также проведение в помещении, где находится сосуд, каких-либо работ, не связанных с испытанием, запрещается; двери и окна в помещении, где испытывают сосуды, должны быть открыты, а само помещение перед испытанием надежно провентилировано; персонал цеха, обслуживающий расположенное рядом действующее оборудование, должен быть на время пневматического испытания сосуда на прочность удален в безопасное место; место испытания должно быть огорожено, вывешены предупредительные надписи у мест возможного появления посторонних лиц; запрещается под давлением делать сварку и чеканку швов сосуда, а также остукивание сварных швов молотком; вентили на трубопроводах подачи и сбора воздуха, предохранительный клапан, рабочий и контрольный манометры должны быть выведены за пределы помещения, в котором находится испытываемый сосуд, и размещены в целях безопасности за прочным защитным экраном на безопасном расстоянии; давление в сосуде должно повышаться плавно с выдержкой и проверкой плотности соединений и видимых деформаций при промежуточных и рабочих давлениях; проверка сосуда должна проводиться при промежуточном давлении, равном половине рабочего давления; время повышения в сосуде давления до 0,1 МПа ($\sim$1 кгс/см^2) должно составлять 15—20 мин, а до половины рабочего давления — 60—90 мин.

При пневматическом испытании сосуда на плотность при промежуточном и рабочем давлениях плотность соединений проверяют смазкой швов, разъемов и арматуры мыльным раствором.

Если при промежуточных и рабочем давлениях обнаруживаются неплотности соединений сосудов, давление должно быть полностью снижено, после чего причины пропусков устранены. Снижение давления должно быть плавным. В случае, если для устранения пропусков требуется проведение ремонтных работ, выявленные дефекты и принятые меры по их устранению записываются в ремонтный журнал (карту). После устранения дефектов испытания проводятся повторно.

Если при промежуточных и рабочем давлениях не обнаружено утечек и видимых деформаций, давление в сосуде плавно повышается до пробного. Величина пробного давления устанавливается в соответствии с требованиями Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок.

Результаты испытаний сосуда с указанием начальных и конечных давлений, температур и длительности испытаний оформляются специальным актом, который подписывают лица, проводившие испытания.

Разрешение на пуск сосуда в работу с указанием сроков следующего технического освидетельствования должно записываться в паспорт сосуда. Срок технического освидетельствования сосуда должен записываться также в книгу учета и освидетельствования сосудов.

Включение сосуда в работу после испытания. По окончании испытания сосуд освобождают от избыточного давления, выпустив постепенно из него воздух. Удаление воздуха из сосуда наружу производят по трубопроводу или резиновому шлангу, присоединенному к штуцеру. После этого восстанавливают тепловую изоляцию сосуда, удаляют заглушку с предохранительного клапана, а также заглушки у вентилей сосуда, предварительно проверив, закрыты ли вентили, и вновь соединяют трубопроводы с последним.

Включая сосуд в работу, необходимо строго соблюдать Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок.

Приложение 9. **Нормы средств пожаротушения для аммиачных холодильных установок** [1]

Помещения	Категория производства	Площадь, м²	Огнетушители, шт.		Ящик с песком вместимостью 1 м³ и лопатой, шт.	Бочка с водой вместимостью 0,2 м³ и ведром, шт.	Асбестовое полотно, шт.
			порошковые	воздушно-пенные, жидкостные			
Машинное (компрессорное) отделение	Б	До 500	2	2	1	1	1
Аппаратное отделение	Б	До 300	2	1	—	—	—
Конденсаторная	Д	До 200	2	—	—	—	—
Командно-сигнальный щит	В	До 100	2	—	—	—	—
Электрораспределительное устройство	Г	До 200	1	—	—	—	—
Вентиляционная камера	Б	Независимо от площади	1	—	—	—	—
Подсобно-бытовые при машинном отделении	—	Независимо от площади	—	1	—	—	—

[1] Утверждены Ученым советом ВНИКТИхолодпрома 18 ноября 1977 г. (протокол № 12).

Примечания. 1. Нормы не распространяются на охлаждаемые помещения и другие здания и сооружения предприятия.

2. У основного входа в машинное отделение должен быть установлен пожарный щит с набором: огнетушителей — 2, ящик с песком — 1, асбестового полотна — 1, ломов — 2, топоров — 2, лопат — 2, металлических багров — 1. Оборудование щита опечатывается или пломбируется. На щите должна быть опись. Щит окрашивается в белый цвет с красной каймой (окантовка) по краям шириной 40 мм. Пожарный инструмент, огнетушители и ящики окрашиваются в красный цвет; металлические части топоров, лопат, а также ломы, багры — в черный.

3. Приведенные средства пожаротушения запрещается использовать для хозяйственных целей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Автоматическое** управление процессом оттаивания воздухоохладителей/Е. М. Агарев, Ю. И. Колотий, Л. С. Персиянинов, Ю. Я. **Сенягин.**— Холодильная техника, 1977, № 3, с. 44—47.

2. **Алешин Ю. П., Колотий Ю. И., Сенягин Ю. Я.** Автоматизация холодильных установок предприятий мясной и молочной промышленности. Экспресс-информация. Холодильная промышленность и транспорт.— М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1981, с. 1—60.

3. **Аршанский Я. Н., Яновский С. И.** Монтаж и эксплуатация приборов автоматики холодильных установок.— М.: Пищевая промышленность, 1972.— 168 с.

4. **Беляев В. В.** Охрана труда на предприятиях мясной и молочной промышленности.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.— 288 с.

5. **Временное** положение о системе планово-предупредительного ремонта аммиачного холодильного оборудования.— М.: ВНИХИ, 1975.— 85 с.

6. **Гальперин Д. М.** Монтаж и наладка холодильных установок.— М.: Пищевая промышленность, 1976.— 480 с.

7. **Геллер С. Л., Завелион Г. Е.** Повышение надежности эксплуатации систем автоматизации холодильных установок.— Экспресс-информация. Холодильная промышленность и транспорт.— М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1978, с. 1—24.

8. **Глазов Б. В., Флейгенсон М. С.** Монтаж контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации.— М.: Стройиздат, 1977.— 175 с.

9. **Канторович В. И.** Основы автоматизации холодильных установок.— 2-е изд. перераб. и доп.— М.: Пищевая промышленность, 1976.— 277 с.

10. **Креймер Н. Г., Пытченко В. И.** Совершенствование системы маслоотделения и регенерации масла в аммиачных холодильных установках.— Экспресс-информация. Холодильная промышленность и транспорт.— М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1979, с. 1—23.

11. **Лебедев В. Ф., Андрущенко Л. И.** Современные отечественные приборы для обнаружения аммиака и других токсичных газов в воздухе.— Холодильная техника, 1975, № 11, с. 36—39.

12. **Мальгина Е. В., Мальгин Ю. В., Суедов В. П.** Холодильные машины и установки.— М.: Пищевая промышленность, 1980.— 608 с.

13. **Межотраслевые** требования НОТ при проектировании.— М.: НИИтруда, 1979.— 197 с.

14. **Мероприятия** по повышению безопасности эксплуатации холодильных установок предприятий мясной и молочной промышленности.— М.: ВНИХИ, 1979.— 60 с.

15. **Мероприятия** по повышению безопасности эксплуатации холодильных установок предприятий мясной и молочной промышленности.— М.: ВНИХИ, 1981.— 80 с.

16. **Николаев В. И., Лемешко В. К., Соломаха Ю. К.** Порядок проведения инструктажа по технике безопасности для машинистов аммиачных холодильных установок.— Холодильная техника, 1979, № 5, с. 46—48.

17. **Новые** приборы автоматики, обеспечивающие безопасность работы аммиачных холодильных установок/[Е. М. Агарев, Ю. И. Колотий, Л. Е. Медовар и др.].— Экспресс-информация. Холодильная промышленность и транспорт.— М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1975, № 9, с. 1—15.

18. **Новые** приборы и устройства холодильной автоматики на базе магнитоуправляемых контактов /Е. М. Агарев, Ю. И. Колотий, И. А. Павлова, Л. С. Персиянинов.— Экспресс-информация. Холодильная промышленность и транспорт.— М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1978, с. 1—34.

19. **Нормативы** численности рабочих холодильных установок.— М.: НИИтруда, 1979.— 8 с.

20. **Онищенко Н. П.** Техника безопасности на аммиачных холодильных установках.— М.: Госторгиздат, 1963.— 99 с.

21. **Онищенко Н. П.** Техника безопасности при обслуживании аммиачных холодильных установок.— М.: Машиностроение, 1969.— 125 с.

22. **Охрана** труда в машиностроении.— 2-е изд. перераб. и доп./под ред. д-ра техн. наук проф. Е. Я. Юдина и д-ра техн. наук проф. С. В. Белова.— М.: Машиностроение, 1983.— 432 с.

23. **Охрана труда.** Сборник официальных материалов.— М.: Профиздат, 1977.— 336 с.

24. **Правила** устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок.— М.: ВНИКТИхолодпром, 1981.— 157 с.

25. **Правила** устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.— М.: Металлургия, 1976.— 102 с.

26. **Правила** технической эксплуатации электроустановок потребителей; Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.— Днепропетровск: Проминь, 1975.— 352 с.

27. **Правила** устройства электроустановок ПУЭ-76. Раздел 1. Общие правила.— М.: Энергоиздат, 1982.— 98 с.

28. **Проектирование** холодильных сооружений. Справочник. Холодильная техника/под ред. А. В. Быкова.— М.: Пищевая промышленность, 1977.— 256 с.

29. **Рекомендации** по безопасной эксплуатации оборудования и систем аммиачных холодильных установок.— М.: ВНИХИ, 1978.— 129 с.

30. **Рудометкин Ф. И., Недельский Г. В.** Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильных установок.— М.: Пищевая промышленность, 1975.— 376 с.

31. **Руководство** по ремонту холодильного оборудования/под ред. Ш. Н. Кобулашвили.— М.: Пищевая промышленность, 1973, т. 1 и 2.— 540 и 562 с.

32. **Самойлов А. И., Игнатьев В. Г., Шиков П. М.** Охрана труда при обслуживании холодильных установок.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.— 168 с.

33. **Сенягин Ю. Я.** Предупреждение аварий аммиачных поршневых компрессоров.— Холодильная техника, 1978, № 2, с. 52—54.

34. **Серебряный И. М.** Пособие для машинистов холодильных установок.— Киев: Техника, 1974.— 237 с.

35. **Типовые** правила пожарной безопасности для промышленных предприятий.— Л.: Лениздат, 1977.— 343 с.

36. **Устройство,** монтаж, техническое обслуживание и ремонт холодильных установок/[И. М. Гиль, Ю. А. Гринников, В. И. Канторович, В. Г. Мухин] — М.: Пищевая промышленность, 1973.— 464 с.

37. **Ужанский В. С.** Автоматизация холодильных машин и установок.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.— 304 с.

38. **Харитонов В. П.** Пособие для машинистов холодильных установок.— М.: Пищевая промышленность, 1977.— 343 с.

39. **Холодильные** компрессоры. Справочник.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.— 280 с.

40. **Холодильные** машины. Справочник.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.— 224 с.

41. **Чумак И. Г., Чепурненко В. П., Чуклин С. Г.** Холодильные установки.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.— 344 с.

42. **Чупахин Н. Н.** Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильных установок.— М.: Пищевая промышленность, 1968.— 306 с.

43. **Эксплуатация** холодильников. Справочник. Холодильная техника/под ред. А. В. Быкова.— М.: Пищевая промышленность, 1977.— 207 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ХОЛОДИЛЬНЫМ УСТАНОВКАМ 7

Требования к помещениям холодильных установок 7
Требования к размещению оборудования и прокладке технологических трубопроводов 11
Требования к оснащению холодильных установок приборами автоматической защиты и контроля 15
Основные требования к схемам 28
Физико-химические свойства и токсичность аммиака 39
Использование промежуточных хладоносителей в холодильных установках 41

Глава 2. МОНТАЖ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ 42

Общие требования безопасности при монтаже 42
Особенности монтажа трубопроводов и охлаждающих батарей 49
Особенности монтажа электрооборудования 51
Монтаж контрольно-измерительных приборов, предохранительных устройств, приборов автоматического регулирования и контроля 51
Пусконаладочные работы 61
Пробный пуск, регулирование и сдача холодильной установки в эксплуатацию 71

Глава 3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 76

Организация технической эксплуатации 76
Общие требования, предъявляемые к обслуживанию холодильных установок 96
Эксплуатация вертикального и V-образного поршневых компрессоров одноступенчатого сжатия 101
Эксплуатация холодильной установки двухступенчатого сжатия с раздельными поршневыми компрессорами 103
Эксплуатация холодильной установки с поршневым компрессором двухступенчатого сжатия 105
Регулирование подачи аммиака в испарительную систему . . 106
Особенности регулирования работы холодильной установки с компрессорами двухступенчатого сжатия 109
Особенности эксплуатации ротационных компрессоров 110
Особенности эксплуатации винтовых компрессоров 111
Особенности эксплуатации центробежных компрессоров . . . 113
Эксплуатация компрессоров П110, П165, П220 и ПД55 . . . 115
Эксплуатация аммиачных автоматизированных компрессорных агрегатов типа А 121
Эксплуатация двухступенчатого компрессорного агрегата АД 90-30 127
Эксплуатация двухступенчатых автоматизированных агрегатов АД 130-3 и АД 260-7-4 133
Эксплуатация автоматизированных аммиачных одноступенчатых машин типа 1МКТ и компрессорно-конденсаторных агрегатов типа 1АК 138
Подготовка холодильных установок к переходу на периодическое обслуживание 147
Эксплуатация аппаратов и вспомогательного оборудования . . 149
Эксплуатация приборов автоматики 158
Основные причины отклонений работы холодильной установки от нормальной, их обнаружение и устранение 163
Защитные средства от поражения аммиаком и правила пользования ими 169

Индивидуальные средства защиты от поражения электрическим током и правила пользования ими 171
Действия обслуживающего персонала в аварийной ситуации . 176

Глава 4. ВЫПОЛНЕНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 177

Заполнение системы аммиаком из цистерны 177
Добавление аммиака в систему из баллонов 182
Наполнение баллонов аммиаком из системы 184
Удаление снеговой шубы с батарей непосредственного охлаждения 185
Удаление снеговой шубы с батарей систем охлаждения с промежуточным хладоносителем 190
Удаление снеговой шубы с воздухоохладителей 190
Добавление масла в картер компрессора 193
Определение концентрации паров аммиака в воздухе помещений 195
Определение наличия аммиака в рассоле и циркуляционной воде 197
Определение мест утечек аммиака 198
Выпуск масла из системы 199
Выпуск воздуха из системы 201
Хранение и транспортировка аммиака 202
Регенерация отработавших смазочных масел 206

Глава 5. РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК 208

Общие сведения 208
Применение системы нарядов 209
Остановка аммиачного компрессора на ремонт 211
Подготовка холодильного оборудования к ремонту 212
Безопасные методы работы при разборке и сборке компрессора 214
Испытание отремонтированного аммиачного компрессора . . . 219
Безопасные условия ремонта теплообменных аппаратов, трубопроводов, арматуры и камерного оборудования 220
Меры безопасности при газосварочных и электросварочных работах 223
Меры безопасности при пользовании электрическим инструментом и переносными электрическими светильниками 232
Меры безопасности при работе ручным пневматическим и ручным слесарным инструментом 234
Меры предосторожности при пользовании паяльной лампой . 237

Глава 6. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 237

Основные причины пожаров и общие требования пожарной безопасности 237
Организация пожарной охраны на предприятиях 239
Вещества, применяемые для тушения пожаров 242
Технические средства тушения пожаров 246
Обязанности обслуживающего персонала при возникновении пожара 254

Глава 7. ПЕРВАЯ (ДОВРАЧЕБНАЯ) ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ 254

Поражение электрическим током 254
Отравление аммиаком 255
Ожоги и обмораживание 256
Обморок и тепловой удар 257
Ранения и кровотечения 258
Переломы, вывихи, ушибы и растяжение связок 260
Переноска и перевозка пострадавшего 261
Приемы искусственного дыхания и непрямого массажа сердца 261
Приложения 265
Список использованной литературы 277