

### Тема 3.4 Меры безопасности при обслуживании холодильного оборудования- 6ч

#### План

- 1.Физико-химические и физиологические свойства хладагентов и хладоносителей. Токсичность хладагентов.
- 2.Индивидуальные средства защиты человека от поражения аммиаком.
- 3.Оказание первой помощи при поражении холодильным агентом.
- 5.Организация безопасной эксплуатации на холодильных установках. Документация.
- 6.Требования безопасности к машинным и аппаратным отделениям холодильных установок.
- 7.Освещение, отопление, вентиляция.
- 8.Меры безопасности при эксплуатации холодильных установок.
- 9 Обязанности обслуживающего.
- 10.Основные правила безопасности при эксплуатации холодильных установок.
- 11.Причины выхода холодильного агента из системы.
- 12.Определение места утечки.
- 13.Действия обслуживающего персонала в аварийной ситуации.

#### Основная литература:

1Самойлов А. И., Игнатьев В. Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок. 2-е изд., перераб. и дополн – М.: Агропромиздат, 2011 – 223с.

2Девясилов В.А.Охранатруда: Учебник: 4-е изд., испр. и допол.-М: ФОРУМ: ИНФРА-М,2009-496с.

3 Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник /Н. Н. Карнаух - М. :Издательство Юрайт,2011-380с.

#### Дополнительная литература:

4 Жидецкий В. Ц., Джигирей В. С., Мельников А. В. Основы охраны труда. Учебник. – 2-е изд., доп. – Львов: Афиша, 2014 – 352 с.

5 Осокин В. В., Сорока И. В., Селезнева Ю. А. Охрана труда в торговле. Учебник для студентов торгово-экономических и коммерческих вузов. – Киев. – Донецк: ДонНУЭТ, 2013 – 228с..

#### Интернет-ресурсы:

1 [www.library.donduet.edu.u.a](http://www.library.donduet.edu.u.a).

2 [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

3 [www.ohranatruda.ru](http://www.ohranatruda.ru)

4 [www.trudaohrana.ru](http://www.trudaohrana.ru)

5 <http://base.safework.ru/iloenc>

## Занятие 1

### План

1. Физико-химические и физиологические свойства хладагентов и хладоносителей. Токсичность хладагентов.

2. Индивидуальные средства защиты человека от поражения аммиаком.

3. Оказание первой помощи при поражении холодильным агентом.

### Основная литература:

1 Самойлов А. И., Игнатьев В. Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок. 2-е изд., перераб. и дополн – М.: Агропромиздат, 2011 – 223с.

2 Девясилов В.А. Охрана труда: Учебник: 4-е изд., испр. и допол.-М: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2009-496с.

3 Карнаух Н.Н. Охрана труда: учебник /Н. Н. Карнаух - М. :Издательство Юрайт, 2011-380с.

### Дополнительная литература:

4 Жидецкий В. Ц., Джигирей В. С., Мельников А. В. Основы охраны труда. Учебник. – 2-е изд., доп. – Львов: Афиша, 2014 – 352 с.

5 Осокин В. В., Сорока И. В., Селезнева Ю. А. Охрана труда в торговле. Учебник для студентов торгово-экономических и коммерческих вузов. – Киев. – Донецк: ДонНУЭТ, 2013 – 228с..

### Интернет-ресурсы:

1 [www.library.donduet.edu.u.a](http://www.library.donduet.edu.u.a)

2 [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

3 [www.ohranatruda.ru](http://www.ohranatruda.ru)

4 [www.trudaohrana.ru](http://www.trudaohrana.ru)

5 <http://base.safework.ru/iloenc>

## 1. Физико-химические и физиологические свойства хладагентов и хладоносителей. Токсичность хладагентов

Хладагенты. В настоящее время на крупных холодильных установках с умеренно низкими температурами наиболее распространен аммиак (R717). В малых и средних холодильных машинах и установках используют хладон-12 (R 12) и хладон-22 (R 22).

**Аммиак** (R717). Химическая формула  $\text{NH}_3$ . Нормальная температура кипения – 33, 35°C. При атмосферном давлении аммиак – бесцветный газ, легче воздуха, с резким удушливым запахом.

Наиболее опасными свойствами аммиака являются его токсичность и взрывоопасность. Пребывание человека в течении нескольких минут в помещении с объемной долей аммиака в воздухе – 0,5 – 1 % приводит к смертельному исходу или сильному отравлению. Температура самовоспламенения аммиака 630°C. при объемной доле в воздухе свыше 11% и наличия открытого пламени аммиак начинает гореть.

Смесь пара аммиака с воздухом при объемной доле 15-28% взрывоопасна. Максимальное давление взрыва смеси около 0,45 МПа. Аммиак начинает разлагаться при температуре выше 250°C.

Газообразный аммиак оказывает сильное раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, на потные участки кожи. Высокие концентрации аммиака вызывают ожоги глаз, носовой полости, горла. При тяжелых отравлениях аммиаком наблюдается затрудненное дыхание, сильный кашель, удушье, спазмы голосовой щели.

Жидкий аммиак вызывает тяжелые ожоги кожи. Попадание жидкого аммиака в глаза может привести к прободению роговицы, хрусталика и стекловидного тела.

**Хладон-12**(R12). Химическая формула –  $\text{CF}_2 \text{CL}_2$ . Нормальная температура кипения – 29,8°C. Бесцветный газ со слабым специфическим запахом, ощутимым при объемной доле его в воздухе более 20%. Плотность газообразного R12 при атмосферном давлении примерно в 4,3 раза больше плотности воздуха при 20°C. По своим токсическим свойствам относится к наименее опасным хладагентам, однако при объемной доле его в воздухе более 30% может наступить удушье из-за недостатка кислорода.

**Хладон-12** не горит, в смеси с воздухом не воспламеняется и не взрывается. Однако при соприкосновении с нагретыми поверхностями или при наличии открытого пламени R12 разлагается в присутствии свинца при 330°C, а в присутствии железа, цинка, меди, дюралюминия и хлористого кальция –при 410-430°C. При разложении образуются ядовитые вещества:

фтористый водород, хлористый водород, оксид углерода и фосген. Количество продуктов разложения резко возрастает с повышением температуры. Так, количество фосгена, образующегося при разложении 1 г R12 при 1000°C, в 500 раз больше. Чем при 400 °C. Продукты разложения не имеют запаха и цвета, что увеличивает опасность отравления.

**Хладон-22** (R22). Химическая формула  $\text{CHF}_2\text{Cl}$ . Нормальная температура кипения – 40,8°C.

Хладон-22 – бесцветный газ со слабым запахом, который ощущается при объемной доле его более 20%. Плотность газообразного R12 при атмосферном давлении примерно в 3 раза больше плотности воздуха при 20°C.

Хладон-22 более токсичен, чем хладон-12. При объемной доле R22 в воздухе более 30% может наступить удушье. В присутствии железа начинает зазлагаться при 550°C с образованием фтористого водорода, хлористого водорода и небольшого количества фторфосгена. Не горит, в смеси с воздухом не воспламеняется и не взрывается.

Симптомы отравления при вдыхании воздуха с высокими концентрациями хладонов или продуктов их разложения проявляются через 30-60 мин. Появляются головная боль, слабость, учащение пульса и дыхания, могут наблюдаться подташнивание и рвота.

При попадании жидких хладонов на кожу и в глаза возможно обморожение кожи и повреждение глаз.

**Холодильные агенты** R11, R12B1, R13, R13B1, R113, R114, R500, R502. Эти хладогенты малотоксичны или практически нетоксичны, не взрывоопасны. В присутствии открытого пламени хладогенты разлагаются с образованием ядовитых газов.

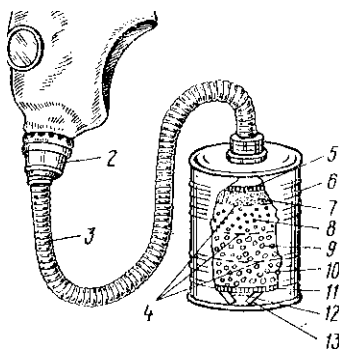
**Токсичность хладагентов.** Согласно стандартной классификации вредных веществ, установлены четыре класса опасности в зависимости от семи показателей токсического воздействия, включая среднюю смертельную концентрацию для подопытных животных и предельно допустимую концентрацию (ПДК) в воздухе рабочей зоны. По сравнению с другими показателями ПДК наиболее полно представляет токсические свойства хладагентов, однако одного этого параметра недостаточно для оценки реальной опасности работы с хладагентом в условиях эксплуатации.

Основной вид воздействия хладагента на организм человека – ингаляционное воздействие его пара. В случае разгерметизации оборудования массовая доля хладагента в воздухе при прочих равных условиях пропорциональна давлению и плотности его пара, т.е. при одинаковых ПДК и одной и той же температуре хладагент с более высокими

давлением насыщенного пара и плотностью попадает в воздух рабочей зоны быстрее и представляет большую опасность, чем хладагент с низкими давлением насыщенного пара и плотностью.

## 2. Индивидуальные средства защиты человека от поражения аммиаком.

Аммиачные холодильные установки. К индивидуальным средствам защиты на аммиачных холодильных установках относят фильтрующие противогазы типа КД, аппараты сжатого воздуха типа АСВ или изолирующие противогазы типа ИП, газонепроницаемые костюмы, резиновые перчатки и сапоги, защитные очки.



### Промышленный фильтрующий противогаз:

1-шлем-маска; 2 — клапанная коробка; 3 — гофрированная трубка; 4 — проволочные сетки; 5, 12 — жестяные решетки; 6 — фильтрующая коробка; 7, 9 — осушитель; 8 — гопкалит; 10 — активированный уголь; 13 — ватный фильтр; 14 — спиральная пружина

*Противогазы типа КД* используют при содержании в воздухе помещения не менее 18 % свободного кислорода (по объему) и не более 0,5 % аммиака. Противогаз состоит из маски, гофрированной трубки и фильтрующей коробки.

Промышленность выпускает фильтрующие коробки нескольких модификаций: металлические КД; КД с индексом 8 (без аэрозольного фильтра); КД с аэрозольным фильтром (для дополнительной защиты от пыли, дыма, тумана) с временем защитного действия 240, 120 и 120 мин соответственно, пластмассовые МКПФ (с аэрозольным фильтром) и МКП (без фильтра) с временем защитного действия 30 и 75 мин соответственно. Фильтрующие коробки окрашены в серый цвет. На коробки КД с аэрозольным фильтром дополнительно нанесена белая вертикальная полоса, а МКПФ имеют белое дно.

Правильный выбор размера шлема-маски является важным условием безопасной работы в противогазе. Размер шлема-маски определяют после измерения длин круговой линии, проходящей по краю подбородка, щекам и через высшую точку головы, и линии, соединяющей отверстия ушных раковин и проходящей по лбу через надбровные дуги ..

После выбора шлема-маски противогаз собирают и испытывают на герметичность. Для этого надевают шлем-маску, закрывают отверстие в дне фильтрующей коробки резиновой пробкой или ладонью руки и делают 3—4 глубоких вдоха. Если дыхание при этом невозможно, то противогаз герметичен. Если воздух при вдохе проходит, то противогаз неисправен (или неправильно выбрана шлем-маска) и его следует проверить по частям.

Входить в помещение, загазованное аммиаком, без противогаза запрещается. Если во время работы в противогазе появляется даже незначительный запах аммиака, необходимо немедленно выйти из загазованного помещения и заменить фильтрующую коробку новой.

При значительных утечках аммиака выходы из компрессорного цеха преграждаются зоной аммиачно-воздушной смеси, преодолеть которую без индивидуальных средств защиты невозможно. Во время работы обслуживающий персонал компрессорного цеха обязан иметь противогазы при себе и немедленно надевать их при повышении концентрации пара аммиака, внезапных нарушениях в работе установки, при сливе аммиака из цистерны в систему, а также при проведении работ, связанных с опасностью выхода парообразного или жидкого аммиака, по указанию лица, ответственного за безопасную эксплуатацию установки.

***Аппараты сжатого воздуха или изолирующие противогазы*** используют при содержании в воздухе помещения более 0,5 % аммиака.

Аппарат АСВ-2 (рис. 43) относится к типу аппаратов с запасом сжатого воздуха и открытой схемой дыхания. Преимуществами аппаратов сжатого воздуха по сравнению с кислородно-изолирующими приборами являются: невозможность скопления в аппарате диоксида углерода, отсутствие опасности.

### 3. Оказание первой помощи при поражении холодильным агентом.

Обслуживающий персонал холодильной установки должен уметь оказывать первую помощь пострадавшим при отравлении и поражении хладагентом.

При отравлении аммиаком необходимо немедленно вывести

пострадавшего на свежий воздух. Если дыхание пострадавшего прекратилось, надо провести искусственное дыхание, вызвать врача, по возможности сменить одежду и укрыть его теплее. При наличии дыхания проводят ингаляцию теплым паром 1—2 %-ного раствора лимонной кислоты (из чайника через бумажную трубку). Для нейтрализации аммиака, попавшего в органы пищеварения, дают пострадавшему внутрь лимонад или 3 %-ный раствор молочной кислоты.

При попадании жидкого аммиака на кожу осторожно растирают обмороженный участок стерильным ватным шариком или марлевой салфеткой до появления чувствительности и покраснения кожи. Обмороженное место после этого обтирают спиртом и накладывают на него стерильную повязку. В случае образования на теле пузырей кожу растирать нельзя — на обмороженный участок тела надо также наложить стерильную повязку. При сильном обмороживании пораженный участок закрывают асептической повязкой.

При попадании аммиака в глаза немедленно промывают их струей воды комнатной температуры, а затем пускают в глаза несколько капель 2—4 %-ного раствора борной кислоты.

При удушье, вызванном недостатком кислорода в помещении, заполненном газообразным хладоном, необходимо немедленно вывести пострадавшего на свежий воздух. Рекомендуется питье (крепкий сладкий чай, кофе, лимонад), вдыхание кислорода в течение 30—45 мин. В случае прекращения дыхания следует делать искусственное дыхание до прихода врача.

При попадании хладона в глаза их промывают струей воды комнатной температуры под небольшим давлением и закапывают в глаза стерильное вазелиновое масло, после чего необходимо немедленно обратиться к врачу.

#### 4. Организация безопасной эксплуатации на холодильных установках. Документация

Цель организационных мероприятий по технике безопасности на холодильных установках — создание безопасных условий труда путем постоянного контроля за соблюдением правил монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования и систем установок, а также путем поддержания технических знаний обслуживающего персонала на необходимом уровне.

Администрация предприятия обеспечивает холодильную установку необходимым штатом персонала. Численность машинистов и слесарей-ремонтников для обслуживания установки должна соответствовать «Нормативам численности рабочих холодильных установок»\*. Холодильная

установка обслуживается, как правило, не менее чем двумя машинистами в смену. Обслуживание установки одним машинистом в смену допускается только в том случае, если по условиям технологического процесса возможно временное прекращение хладоснабжения с выключением холодильной установки.

На предприятии приказом назначается лицо, ответственное за исправное состояние, правильную и безопасную эксплуатацию холодильной установки. Ответственное лицо регистрирует холодильные аппараты (сосуды), ведет надзор за ними в процессе эксплуатации, проводит их техническое освидетельствование.

К обслуживанию холодильных установок допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и имеющие удостоверение об окончании специального учебного заведения или курсов.

Вновь поступивший на работу независимо от стажа и квалификации может быть допущен к самостоятельному обслуживанию любой холодильной установки только после стажировки сроком не менее одного месяца с последующей проверкой знаний. Стажировка проводится под руководством опытных наставников. Цель стажировки — приобретение практических навыков в эксплуатации установки предприятия. Допуск к стажировке и самостоятельной работе оформляется приказом по предприятию.

Документация. Контроль за состоянием аммиачной холодильной установки и соблюдением правил устройства и безопасной эксплуатации невозможен без своевременного и правильного оформления следующей документации: суточного журнала работы компрессорного цеха (машинного отделения), журнала регистрации инструктажа на рабочем месте, книги регистрации слива аммиака из железнодорожных цистерн, актов на опломбирование предохранительных клапанов, книги учета и освидетельствования аппаратов (сосудов), паспортов сосудов, плана ликвидации аварий, бланков нарядов-допусков на производство аварийных работ, карточек учета противогазов индивидуального пользования.

В *суточном журнале* записывают все эксплуатационные параметры и режимы работы оборудования, результаты проверки приборов защиты, причины остановки компрессоров, возникшие неисправности оборудования, принятые меры по их устранению и др.

В машинных и аппаратных отделениях холодильных установок на видных местах должны быть вывешены - *схемы* трубопроводов хладагента, рассола и воды с пронумерованными в них и соответственно по месту установки запорными вентилями и приборами автоматики, *инструкции* по

устройству к безопасной эксплуатации установок, обслуживанию каждого типа компрессоров, насосов, вентиляторов, аппаратов, эксплуатации охлаждающих устройств, обслуживанию приборов автоматики и контрольно-измерительных приборов, оказанию доврачебной помощи при отравлении хладагентом и поражении электротоком, действиям персонала при ликвидации прорыва хладагента и возникновении аварийной ситуации, охране труда и пожарной безопасности; приему аммиака из цистерн, хранению, опорожнению баллонов и наполнению их из систем; **графики** проведения планово-предупредительного ремонта; **указатели** мест хранения средств индивидуальной защиты; **номера телефонов** скорой помощи, пожарной команды, диспетчера электросети, начальника компрессорного цеха (домашний телефон).

В машинных отделениях автоматизированных холодильных установок дополнительно вывешивают **номера телефонов и адрес организации**, обслуживающей установку.

У входа в охлаждаемые помещения вывешивают **инструкцию** по охране от повреждений охлаждающих устройств и трубопроводов.

Все инструкции доводят до сведения каждого машиниста холодильной установки под расписку.

5. Требования безопасности к машинным и аппаратным отделениям холодильных установок.

При размещении холодильного оборудования стремятся обеспечить: удобство монтажа, обслуживания и ремонта установки и ее элементов; компактность расположения оборудования, что позволяет сократить площадь для его установки и протяженность трубопроводов; возможность реконструкции и расширения без длительной остановки оборудования; соблюдение требований техники безопасности и противопожарной защиты.

Аммиачные холодильные установки. Помещения машинных и аппаратных отделений по взрыво-пожарной опасности относятся к категории Б (класс взрывоопасности В-16). Их размещают, как правило, в одноэтажных зданиях, пристроенных к корпусу холодильника или производственного здания, в котором размещены потребители холода. Ограждающие конструкции помещений должны иметь легко-сбрасываемые элементы (окна, застекленные обычным стеклом; двери, ворота и пр.), в случае взрыва удаляемые взрывной волной. Общая площадь этих элементов принимается из расчета не менее  $0,03 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^3$  объема помещения.

Машинные и аппаратные отделения могут быть встроены в контур холодильника или одноэтажного производственного здания, от помещений

которых их отделяют капитальными стенами, не имеющими дверных и оконных проемов.

При проектировании новых предприятий машинные и аппаратные отделения располагают на первом этаже, размещение помещений с постоянными рабочими местами, бытовых и вспомогательных помещений над ними, а также подвальных помещений под ними не допускается.

В машинном отделении предусматривают не менее двух выходов<sup>1</sup>, один из которых — непосредственно наружу

Из машинного и аппаратного отделений допускается устройство выхода в коридор подсобно-бытовых помещений, в помещения электрораспределительных и вентиляционных устройств, в помещения командных пунктов автоматизации (при условии, что эти помещения имеют выход наружу). Устройство выходов непосредственно в производственные помещения или прилегающие к ним коридоры и лестничные клерки не допускается.

Высота машинных отделений проектируемых холодильников должна быть не менее 4,8 м (для реконструируемых — не менее 3,6 м), высота аппаратных отделений — не менее 3,6 м (для реконструируемых — не менее 3,0 м) до низа несущих конструкций покрытия. Высота подоконников в машинных и аппаратных отделениях не должна превышать 1,2 м.

Машины и аппараты, требующие осмотра и постоянного обслуживания на высоте более 1,8 м, оборудуют специальными площадками и лестницами. Площадки и лестницы ограждают поручнями высотой не менее 1,0 м. При длине площадки более 6 м лестницы располагают на обоих ее концах.<sup>^</sup>

Минимальные размеры проходов в машинных и аппаратных отделениях должны составлять: основной проход или расстояние между регулирующей станцией и выступающими частями компрессоров — 1,5 м, между выступающими частями компрессоров — 1,0, между гладкой стенкой и компрессором (аппаратом) — 0,8

Уменьшение указанных размеров проходов затрудняет обслуживание оборудования, приводит к травматизму при выполнении ремонтных работ и эвакуации обслуживающего персонала»

Размещение аппаратов стороны высокого давления, содержащих большое количество жидкого аммиака, снаружи машинного отделения повышает безопасность эксплуатации холодильной установки. В климатических зонах с температурой зимой не ниже —40°С снаружи рекомендуется размещать конденсаторы (за исключением горизонтальных кожухотрубных), ресиверы линейные и для хранения запаса аммиака,

---

<sup>1</sup>.

маслоотделители и маслосборники. Эти аппараты ограждают металлическим барьером с запирающимся входом. Ресиверы защищают от солнечных лучей и осадков навесом. Расстояние от аппаратов до стен здания не менее 2 м.

Хладоновые холодильные установки. Компрессоры и аппараты установок, как правило, размещают в машинных отделениях высотой не менее 3,5 м, а при объемной подаче компрессоров до  $0,042 \text{ м}^3/\text{с}$  — в отделениях высотой не менее 2,6 м.

Машинные отделения располагают на любом этаже или в подвале. Количество хладагента в установках, размещенных в машинных отделениях, не ограничивается. В некоторых случаях устройство специального машинного отделения нецелесообразно.

Допускается размещение хладоновых холодильных установок в производственных помещениях совместно с иным технологическим оборудованием при условии, что в этих помещениях находится персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности на хладоновых холодильных установках, а количество хладагента в установках, приходящееся на  $1 \text{ м}^3$  объема помещения, составляет не более 0,5 кг для **Я12** и 0,35 кг для **Я22**.

В одном помещении с хладоновыми установками запрещается размещать аппараты и приборы с открытым пламенем или с нагретыми внешними поверхностями, температура которых превышает  $350^\circ\text{C}$ .

Двери машинных отделений должны выходить наружу зданий или в коридоры (вестибюли), отделенные дверями от других помещений, и открываться в сторону выхода.

Минимальные размеры проходов для хладоновых установок с объемной подачей компрессоров более  $0,017 \text{ м}^3/\text{с}$  принимают такими же, как и для аммиачных установок. Минимальные размеры проходов для обслуживания установок с объемной подачей компрессоров менее  $0,017 \text{ м}^3/\text{с}$  должны составлять: главный проход и проход от электрощита до выступающих частей машин — 1,2 м, между выступающими частями машин — 1 м.

#### 6. Освещение, отопление, вентиляция машинных отделений

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

Освещенность рабочих поверхностей в машинных и аппаратных отделениях, создаваемая *рабочим освещением*, должна составлять не менее

75 лк при использовании ламп накаливания или не менее 150 лк при использовании люминесцентных ламп (система общего освещения).

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

Кроме рабочего освещения, в помещениях машинных и аппаратных отделений предусматривают **аварийное освещение** от независимого источника, автоматически включающееся при отключении основного источника освещения. В машинных отделениях автоматизированных хладоновых установок аварийное освещение может не предусматриваться.

Для **местного освещения** при осмотре, ремонте и очистке внутренних полостей машин и аппаратов аммиачных холодильных установок применяют переносные светильники во взрывозащищенном исполнении напряжением не выше 12 В.

**Отопление.** Расчетную температуру в машинных и аппаратных отделениях холодильных установок принимают равной 16 °С при неработающем оборудовании.

В компрессорных цехах аммиачных установок, как правило, предусматривают систему воздушного отопления. Допускается применение систем водяного и парового отопления с местными нагревательными приборами. При температуре теплоносителя выше 130°С нагревательные приборы ограждают экранами из несгораемых материалов, которые устанавливают на расстоянии не менее 100 мм от приборов отопления. В несъемных экранах предусматривают лючки для очистки нагревательных приборов от пыли.

Вентиляция. Вид вентиляции зависит от применяемого хладагента. Машинные и аппаратные отделения **аммиачных холодильных установок** оборудуют системами приточно-вытяжной механической вентиляции с кратностью воздухообмена в час, определяемой расчетом, но не менее 2 для притока и 3 для вытяжки.

Аварийная вытяжная вентиляция должна обеспечивать кратность воздухообмена не менее 8 объемов в час (без учета производительности рабочей вытяжной вентиляции). Использование аварийной вентиляции в качестве рабочей недопустимо.

Пусковые устройства аварийной вентиляции размещают как внутри вентилируемых помещений (у выходов), так и вне их, на наружной стене здания. Устройства для пуска аварийной вентиляции, размещенные снаружи, блокируют с приспособлениями для отключения питания силового электрооборудования холодильной установки.

Тамбуры-шлюзы и помещения щитов автоматизации, смежные с машинными (аппаратными) отделениями, оборудуют отдельными постоянно действующими системами приточной вентиляции, обеспечивающими кратность воздухообмена не менее 5 объемов в час. Системы вентиляции имеют резервные вентиляторы, автоматически включающиеся при выходе из строя основных. Приемки в машинных (аппаратных) отделениях глубиной более 0,5 м обеспечивают приточной вентиляцией, а приемки, в которых размещено оборудование, требующие регулярного обслуживания, и вытяжной вентиляцией. Для этих целей используют общеобменные системы вентиляции.

При некруглосуточном или периодическом обслуживании установок в машинных (аппаратных) отделениях устанавливают сигнализаторы утечки и аварийной концентрации пара аммиака в воздухе. Сигнализатор утечки включает системы приточно-вытяжной вентиляции при повышении концентрации аммиака до 0,5—1 мг/л (0,07—0,14%), сигнализатор аварийной концентрации (прибор СКА-1) при достижении концентрации аммиака 1,5 мг/л (0,21 %) дополнительно к общеобменной включает аварийную вентиляцию, отключает электропитание холодильной установки и подает светозвуковой сигнал в помещение с постоянным пребыванием дежурного персонала (диспетчерская, пост охраны и т. д.).

Машинные отделения *хладоновых холодильных установок* оборудуют принудительной приточной и вытяжной вентиляцией с кратностью воздухообмена не менее 3 для приточной и 4 для вытяжной. Вытяжная вентиляция одновременно является аварийной. Всасывающие отверстия воздухопроводов вытяжной вентиляции располагают в нижней зоне помещения.

## 8. Меры безопасности при эксплуатации холодильных установок.

Для предотвращения аварий в аммиачных и хладоновых холодильных установках используются арматура, предохранительные клапаны, контрольно-измерительные приборы и средства автоматической защиты.

В холодильных установках запорные вентили на трубопроводах и аппаратах неагрегатированных машин, кроме основных запорных вентилей компрессов, должны быть запломбированы в открытом положении. В местах, где арматура и трубопроводы могут быть повреждены транспортными средствами или грузами, устанавливаются металлические защитные ограждения. В кожухотрубных аппаратах, сосудах и ресиверах имеются смотровые стекла для визуального контроля уровня жидкости.

В холодильных установках для наблюдения за рабочим давлением нагнетания, всасывания, в системе смазки и в картере используются манометры и мановакуумметры.

На нагнетательных магистралях устанавливаются обратные клапаны для предотвращения обратного движения хладагента при остановке компрессоров.

Компрессоры холодильных установок имеют пружинный предохранительный клапан, соединяющий полости нагнетания и всасывания при превышении допустимой разности давлений. Сосуды, аппараты и технологическое оборудование с непосредственным охлаждением, содержащие жидкий холодильный агент, а также некоторые компрессоры снабжены пружинными клапанами, сбрасывающими его пары в атмосферу. В аммиачных холодильных установках предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на начало открывания: 1,2 МПа - на стороне всасывания и 1,8 МПа - на стороне нагнетания. Вместо пружинного предохранительного клапана компрессор может иметь чугунную предохранительную пластинку, разрывающуюся при разности давлений не более 1,6 МПа. Выпуск паров аммиака в атмосферу через предохранительные клапаны должен производиться по трубе, выводимой на 1 м выше конька крыши наиболее высокого здания в радиусе 50 м, но не менее 6 м от уровня территории и не менее 3 м от площадок обслуживания в радиусе 15 м. Диаметр отводящей трубы должен быть не меньше диаметра предохранительного клапана.

Выпуск паров хладона в атмосферу производится по трубе, устье которой должно быть отнесено не менее чем на 2 м от окон, дверей и воздухоприемных отверстий систем вентиляции и кондиционирования воздуха и расположено не менее чем на 5 м выше уровня земли.

Предохранительные клапаны компрессоров проверяют не реже одного раза в год, предохранительные клапаны на аппаратах (сосудах) - не реже одного раза в шесть месяцев. Цилиндры компрессоров аммиачных холодильных установок имеют крышку безопасности. На нагнетательном и всасывающем трубопроводах каждого компрессора установлены гильзы для термометров, защита которых от механических повреждений обеспечивается с помощью специальных кожухов.

Холодильные установки оснащены приборами автоматической защиты, останавливающими компрессоры при опасных режимах работы.

Защита от повышенного давления нагнетания при пуске компрессора с закрытым запорным вентилем, при недопустимо высоком давлении конденсации обеспечивается с помощью реле высокого давления РД. Автоматический контроль уровня хладагента в аппаратах осуществляется с

помощью реле уровня РУ. Для защиты от прекращения подачи воды в охлаждающую рубашку компрессора, а в установках с кожухотрубными испарителями-прекращения движения рассола используется реле протока РП. Защита от повышенной температуры нагнетания достигается отключением компрессора с помощью реле температуры РТ. Для контроля давления в системе смазки применяют реле контроля смазки РРД (реле разности давлений масла). При недопустимо низком давлении смазки реле отключает компрессор. Срабатывание приборов защиты дублируется звуковым сигналом в машинном (аппаратном) отделении. В аммиачных холодильных установках проверка исправности защитных реле уровня производится один раз в 10 дней, исправности других приборов защитной автоматики - один раз в месяц. В хладоновых холодильных установках с периодическим обслуживанием приборы автоматической защиты проверяют не реже одного раза в три месяца, в остальных - не реже одного раза в месяц. В агрегатированных хладоновых холодильных установках предусмотрена тепловая защита обмотки статора электродвигателя, встроенного в компрессор.

При некруглосуточном обслуживании автоматизированных аммиачных холодильных установок в помещениях машинных (аппаратных) и конденсаторных отделений обязательна установка индикаторов утечки аммиака и сигнализаторов аварийной концентрации его в воздухе. Индикаторы дают предупредительный сигнал в помещение, в котором постоянно дежурит персонал, и включают вентиляцию при концентрации аммиака в воздухе более  $500 \text{ мг/м}^3$  (0,07%). Если содержание аммиака в воздухе достигает  $1500 \text{ мг/м}^3$  (0,21%), сигнализаторы аварийной концентрации выключают электропитание холодильной установки и одновременно включают вытяжную и аварийную вентиляцию, светозвуковую сигнализацию и сирену, а также табло над входом в машинное (аппаратное) отделение, предупреждающее о загазованности помещения.

При круглосуточном обслуживании холодильной установки индикаторы утечки и сигнализаторы аварийной концентрации паров аммиака можно не устанавливать в помещениях.

## 9. Обязанности обслуживающего персонала

Эксплуатация средних и крупных холодильных установок, как правило, связана с необходимостью круглосуточного дежурства обслуживающего персонала. Соблюдение трудовой дисциплины, выполнение своих обязанностей обслуживающим персоналом являются неперенными условиями безопасной эксплуатации холодильных установок.

Обязанности машиниста холодильных установок.

В обязанности машиниста входят:

пуск, остановка и поддержание оптимального режима работы холодильной установки;

обслуживание всего холодильного оборудования, расположенного в машинном и аппаратном отделениях, а также в цехах, связанных с производством или потреблением холода;

обеспечение заданных температуры и влажности в охлаждаемых помещениях;

своевременное и правильное ведение суточного журнала работы машинного отделения;

тщательная проверка состояния обслуживаемого оборудования при приемке и сдаче смены;

соблюдение правил безопасной эксплуатации, пожарной безопасности, охраны труда и внутреннего трудового распорядка на предприятии;

принятие мер по предотвращению и ликвидации аварий, пожаров; оказание первой помощи пострадавшим, своевременное сообщение о пожаре или несчастном случае администрации и ответственному дежурному по предприятию;

экономное расходование электроэнергии, воды, запасных частей и вспомогательных материалов;

содержание обслуживаемого оборудования и помещений в чистоте и порядке.

Приемка и сдача смен. Машинисты являются на работу по графику. В случае болезни они обязаны до начала смены сообщить об этом механику или начальнику компрессорного цеха. Приемку и сдачу смены оформляют записями в суточном журнале с подписями сдающего и принимающего. В соответствующей графе суточного журнала записывают замечания по работе оборудования и приборов автоматики.

***Сдающие смену машинисты*** обязаны ознакомить принимающих дежурство с графиком нагрузки компрессорного цеха, состоянием и режимом работы оборудования, сообщить о наличии оборудования в резерве и ремонте, ремонтных работах, проведенных во время смены, и работах, которые необходимо выполнить в последующей смене.

***Принимающие смену машинисты*** до начала работы знакомятся с записями и распоряжениями в суточном журнале, а также с изменениями в эксплуатации, неисправностями и неполадками, обнаруженными за этот период. Машинисты обязаны проверить соответствие и правильность открытия запорных и регулирующих вентилей заданному режиму работы

установки, исправность работающего и резервного оборудования, контрольно-измерительных приборов и приборов автоматики, аварийной и рабочей вентиляции, освещения, уровня хладагента и хладоносителя в аппаратах, расход воды на компрессоры и конденсатор, наличие медикаментов в аптечке, наличие и исправность индивидуальных средств защиты и противопожарного инвентаря, наличие инструмента, смазочных масел, прокладочных и других материалов, необходимых при эксплуатации и ремонте.

При передаче смены оборудование должно быть исправным и чистым. Если во время приемки смены обнаружены неисправности, об этом сообщают механику или начальнику цеха и действуют по их указанию.

При неявке на дежурство одного из сменяющих машинистов об этом ставят в известность администрацию и продолжают работу, организовав смену из сменяющего и одного из сменяемых. Категорически запрещается сдача смены машинисту, явившемуся на дежурство больным или в нетрезвом состоянии.

## 10. Основные правила безопасности при эксплуатации холодильных установок.

Подготовку начинают с проверки состояния всего оборудования внешним осмотром.

При подготовке системы хладагента проверяют герметичность системы и наличие в ней достаточного количества хладагента, открывают запорные вентили на нагнетательном, жидкостном и всасывающем трубопроводах в соответствии со схемой установки. Всасывающие и нагнетательные вентили компрессоров и регулирующие вентили оставляют закрытыми.

На аммиачных холодильных установках **проверяют** сохранность пломб на вентиле, постоянно находящихся в открытом положении. К таким вентилем относятся: запорные вентили нагнетательных магистралей (за исключением нагнетательных вентилей компрессоров), сливных труб отделителей жидкости к разделительным сосудам, жидкостных трубопроводов между конденсаторами и регулирующей станцией, уравнительных жидкостных и паровых линий, соединяющих ресиверы с конденсаторами, колонок с реле уровня.

Проверяют наличие и исправность приборов управления, контроля, защиты и сигнализации, открытие вентилей к приборам, манометрам и мановакуумметрам.

Проверяют уровни хладоносителя в расширительном баке и испарителях открытого типа, контролируют концентрацию хладоносителя.

Открывают вентили на водяной системе и системе хладоносителя, включают электродвигатели насосов, мешалок испарителей и вентиляторов.

Подготовка к пуску компрессоров. После вынужденной остановки компрессора, а также после ремонта и профилактики холодильного оборудования пуск производят только после письменного разрешения механика установки.

Перед пуском компрессора производят следующие операции:

- проверяют причину последнего останова по суточному журналу;
- производят дренаж всасывающих и нагнетательных трубопроводов для удаления возможного скопления жидкого аммиака;
- проверяют внешним осмотром приборы контроля и защитной автоматики;
- убеждаются в наличии необходимых ограждений и отсутствии посторонних предметов, мешающих пуску;
- проверяют наличие масла в системе смазки, открытие запорных вентилей на масляных трубопроводах у компрессоров с разветвленной системой смазки;
- проворачивают вал компрессора вручную не менее чем на один оборот для проверки свободного перемещения движущихся частей;
- подготавливают к пуску разгрузочные устройства в соответствии с инструкцией завода-изготовителя;
- проверяют открытие вентилей к манометрам и мановакуумметрам;
- контролируют подачу воды в охлаждающую рубашку компрессора;
- устанавливают переключатель пульта управления в необходимое положение.

Пуск компрессора производится только при том положении переключателя, при котором включены все приборы защитной автоматики.

## 11. Причины выхода холодильного агента из системы

## 12. Определение места утечки.

Опасные свойства хладагентов, особенно аммиака, вызывают необходимость своевременного и быстрого определения мест утечки хладагента и ликвидации неплотностей для поддержания герметичности системы.

Определение мест утечки аммиака. Место утечки аммиака определяют с помощью фильтровальной бумаги, пропитанной химическими индикаторами, изменяющими цвет при соприкосновении со средой, содержащей аммиак. В качестве индикаторов используют 1%-ный раствор фенолфталеина в спирте-ректификате или при необходимости более высокой чувствительности. При наличии в воздухе аммиака индикаторная бумага, предварительно смоченная водой, изменяет цвет на красный.

Серьезное внимание следует уделять выявлению неплотностей в местах развальцовки труб в трубных решетках, а также свищей и трещин труб у кожухотрубных аппаратов, так как наличие таких дефектов может привести к потере хладагента, а при определенных условиях — к проникновению рассола (или охлаждающей воды) в систему хладагента. Проверку плотности кожухотрубных испарителей и конденсаторов проводят не реже одного раза в месяц путем определения наличия аммиака в охлаждающей воде или рассоле с помощью реактива Несслера.

Если реактив Несслера отсутствует, то анализ проводят с помощью индикаторной бумаги высокой чувствительности, которая окрасится в красный цвет, если ее опустить в исследуемую жидкость (при этом вода и рассол не должны быть кислыми, а в рассол не должна добавляться щелочь) или поднести к струе пара, образующегося при кипячении исследуемой жидкости.

Определение мест утечки хладона. Неплотности в хладоновых холодильных установках выявляют с помощью раствора мыльной эмульсии, полимерных индикаторов, галоидных ламп и течеискателей. Перспективным способом является добавление к хладонам красящих индикаторов, образующих в местах неплотностей стойкие цветовые пятна.

При контроле с помощью раствора мыльной эмульсии неплотности выявляют по пузырькам, возникающим в местах утечки. Чувствительность раствора мыльной эмульсии невысока, контроль герметичности систем хладагента трудоемок, с раствором сложно работать при отрицательной температуре окружающего воздуха.

Полимерные индикаторы—водные растворы природных и синтетических полимеров с добавками поверхностно-активных веществ, регуляторов водородного показателя среды, антифризов и красителей. Индикаторы имеют высокую чувствительность и используются в интервалах температур окружающего воздуха  $+30^{\circ}\text{C}$  («состав—1»),  $+10^{\circ}\text{C}$   $15^{\circ}\text{C}$

### 13. Действия обслуживающего персонала в аварийной ситуации.

Аварийные ситуации на аммиачных холодильных установках возникают вследствие разрушения цилиндров и корпусов компрессоров при гидравлических ударах, прорывов и утечек аммиака из оборудования, возникновения в компрессорных цехах очагов возгорания. Неправильные действия обслуживающего персонала в аварийной ситуации могут привести к взрыву воздушно-аммиачной смеси, которая образуется в помещении компрессорного цеха, или к несчастным случаям из-за отравления аммиаком.

При возникновении аварийных ситуаций обслуживающий персонал должен действовать следующим образом.

В случае прорыва аммиака в результате нарушения герметичности компрессора, аппарата, трубопровода необходимо:

- немедленно отключить питание всех электродвигателей установки с помощью кнопок экстренного отключения, размещаемых у выходов из машинного отделения с наружной стороны (одновременно следует включить аварийную вентиляцию и аварийное освещение);
- надеть противогаз (или аппарат сжатого воздуха и газонепроницаемый костюм);
- вывести людей, не успевших покинуть помещение компрессорного цеха, наружу, оказать пострадавшим первую доврачебную помощь и вызвать по телефону скорую помощь;
- перекрыть запорные вентили для прекращения дальнейшего поступления аммиака в помещение.

На компрессорах перекрывают нагнетательные и всасывающие вентили, на аппаратах — вентили на трубопроводах, подводящих и отводящих аммиак. В первую очередь перекрывают вентили на стороне высокого давления и жидкостные.

При утечке аммиака из охлаждающих устройств необходимо:

- надеть противогаз, обеспечить эвакуацию людей из загазованного помещения в безопасную зону и оказать пострадавшим первую помощь;
- отсоединить поврежденный участок от системы, закрыв запорные вентили на трубопроводах подачи жидкости и удаления пара аммиака из этого участка;
- проветрить загазованное помещение.

***В случае возникновения в компрессорном цехе очагов возгорания***, не поддающихся устранению имеющимися средствами, отключают индивидуально каждый компрессор и питание с подстанции, тушат очаги возгорания в соответствии с инструкцией, определяющей поведение обслуживающего персонала при пожаротушении.

Аварийная работа в помещении, в котором происходит утечка аммиака, допускается при участии **в** ней не менее двух человек и наличии наряда допуска. Вне загазованной зоны обязаны находиться наблюдающий с противогазом и лицо, ответственное за безопасную эксплуатацию установки.

Аварийные ситуации могут возникнуть также вследствие влажного хода или неисправности компрессора, превышения рабочих давлений и предельно допустимых уровней жидкого аммиака в аппаратах.

При **внезапном появлении стука** в цилиндрах или в механизме движения компрессора его немедленно останавливают и записывают в суточный журнал причину остановки.

В **случае превышения рабочего давления на стороне нагнетания** останавливают компрессор и проверяют открытие вентилей на нагнетательном трубопроводе до конденсатора и на трубопроводе подачи жидкого аммиака в аппараты испарительной системы, наличие воздуха в системе хладагента (при необходимости удаляют его), подачу охлаждающей воды на конденсатор.

При **превышении рабочего давления в аппаратах на стороне низкого давления** проверяют плотность закрытия вентилей на трубопроводах высокого давления, присоединенных к аппаратам.

При **повышении уровня жидкого аммиака в аппаратах на стороне низкого давления** до предельно допустимого необходимо прекратить подачу аммиака и выяснить причину повышения уровня.