**Тема: Требования безопасности к производственному оборудованию*.***

Цель занятия: ознакомиться требованиями безопасности к производственному оборудованию*.*

Учебные вопросы:

1. Общие требования безопасности к производственному оборудованию.

2. Безопасность эксплуатации систем под давлением и криогенной техники.

3. Общие требования безопасности к сосудам, работающим под давлением.

4. Общие требования безопасности к компрессорным установкам.

5. Безопасность при погрузочно-разгрузочных работах и на транспорте.

**1. Общие требования безопасности к производственному оборудованию.**

Требования безопасности к производственному оборудованию из­ложены в ГОСТ 12.2.003-91 "Оборудование производственное. Общие требования безопасности".

**Общие требования безопасности следующие:**

- безопасность для здоровья и жизни работающих (выбор материала, конструкции, средств защиты, заземление оборудования, устройства для транспортировки и т. д.);

- надежность в эксплуатации (обеспечивается выбором размеров элементов с учетом запаса прочности, крепежных изделий - болтов, заклепок, сварки и т. п.);

- удобство в эксплуатации (выполнение требований эргономики).

Согласно этим требованиям производственное оборудование должно быть безопасным при монтаже, эксплуатации и ремонте как отдельно, так и в составе комплексов и технологических схем, а также при хранении и транспортировке. Оно должно быть пожаровзрывобезопасным и не загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ выше установленных норм.

Безопасность производственного оборудования обеспечивается правильным выбором принципов действия, кинематических схем, конструктивных решений, параметров рабочих процессов; использованием средств механизации и автоматизации; применением специальных защитных средств; соблюдение эргономических требований; включение специфических требований безопасности в техническую документацию и т.д.

Все оборудование и машины имеют опасные зоны. Опасная зона - это пространство, в котором возникают периодически или действуют постоянно факторы, опасные для жизни и здоровья человека. Опасная зона может быть локализована вокруг или вблизи движущихся элементов оборудования (например, кранов, тележек и др.) и предметов (например, горячий металл на раскатном поле прокатного стана). Опасная зона также может обусловливаться возможностью поражения электрическим током, воздействием электромагнитных, ионизирующих, лазерных, ульрафиолетовых и инфракрасных излучений, шума, вибрации, ультразвука, вредных газов, паров и пылей, а также возможностью травмирования отлетающими предметами.

Габариты опасной зоны могут быть постоянными (например, зона между набегающей ветвью ремня и шкивом, между пуансоном и матрицей в прессах и т.д.) или перемен­ными (раскатное поле, рольганг, литейный двор, зона работы крана и др.).

Для обеспечения безопасности работы оборудования предусматриваются защитные устройства.

Оборудование должно снабжаться средствами сигнализации о нарушении нормального режима работы, а в необходимых случаях – средствами аварийного останова и отключения.

Для предотвращения опасности при внезапном отключении энергии все рабочие органы, подъёмные, зажимные и захватывающие устройства и приспособления должны оборудоваться защитными устройствами, исключающими выброс или падение изделий или инструмента. Должно также исключаться возможность произвольного включения приводов рабочих органов при повторной подаче энергии после ее произвольного отключения.

Органы управления должны иметь символические обозначения или соответствующие надписи. Органы аварийного управления (чаще всего – «Стоп») следует окрашивать в красный цвет, снабжать соответствующими указателями и располагать на видных легкодоступных местах.

Средства защиты, являющиеся конструктивными элементами оборудования, должны постоянно выполнять свои защитные функции: срабатывать при проникновении человека в опасную зону оборудования, при появлении опасного или вредного фактора. При отключенных, неисправных или снятых средствах защиты оборудование не должно функционировать, т.е. оно должно автоматически отключаться и должна исключаться возможность его включения до восстановления средств защиты. Средства защиты должны осуществлять самоконтроль или быть легкодоступными для контроля и обслуживания.

Вопросы безопасности технологических процессов при разработке угольных пластов подземным способом и используемого при этом оборудования рассматриваются в соответствующих специальных курсах. Но совершенно необычную опасность представляет разработка выбросоопасных пластов. Именно особая ее научно-техническая сложность обусловила необходимостью изучения природы формирования выбросоопасности, механизма возникновения и развития выбросов угля (породы) и газа, разработку способов прогноза выбросоопасности, способов предотвращения выбросов угля и газа. Этим вопросам посвящены многочисленные самостоятельные публикации, последние из которых содержатся в [7, 8].

**2. Безопасность эксплуатации систем под давлением и криогенной техники**

К сосудам и аппаратам, работающим под давлением, относят баллоны, цистерны и бочки, компрессорные установки и воздухосборники при них, паровые и водогрейные котлы, трубопроводы (пара, горячей воды, газа и др. сред).

Все сосуды (котлы и т. д.) до пуска в работу регистрируются в ор­ганах котлонадзора. Проходят техническое освидетельствование до пуска в работу и периодически в процессе работы в соответствии с тех­нической документацией на сосуд.

**Виды испытаний при техническом освидетельствовании:**

- осмотр (внешний и внутренний); гидравлическое испытание.

Для обеспечения безопасной эксплуатации сосудов администрация предприятия назначает и обучает ответственных лиц по надзору за техническим состоянием и эксплуатацией сосудов и операторов, обслуживающих это оборудование.

Работы по ремонту, осмотру и техническому обслуживанию сосудов производятся с оформлением наряда-допуска.

***Общие требования безопасности к котлам.***

Паровые и водогрейные котлы относятся к аппаратам, работающим при высокой температуре и большом избыточном давлении. Причинами взрыва этих котлов являются либо перегрев стенок котла, либо недостаточное охлаждение внутренних стенок из-за накопления накипи. Причиной взрыва также может быть внезапное разрушение стенок котла от появившихся на них трещин или усталостных образований (при превышении давления внутри котла против расчетного значения из-за неисправности предохранительных устройств). Очень часто причиной взрыва может быть образование взрывоопасных смесей в топочном пространстве котла и в газоходах.

Правила устанавливают требования к устройству, изготовлению, монтажу, ремонту и эксплуатации паровых котлов, автономных пароперегревателей и экономайзеров с рабочим давлением не более 0,07 *МПа*, водогрейных котлов и автономных экономайзеров с температурой воды выше 115°С.

**Они распространяются на:**

паровые котлы, в том числе котлы-бойлеры, а также автономные пароперегреватели и экономайзеры; водогрейные и паро-водогрейные котлы; энерготехнологические котлы: паровые и водогрейные; котлы-утилизаторы: паровые и водогрейные; котлы передвижных и транспортабельных установок и энергопоездов; котлы паровые и жидкостные, работающие с высоко-температурными органическими теплоносителями (ВОТ); трубопроводы пара и горячей воды в пределах котла.

Соответствие котлов требованиям правил должно быть подтверждено изготовителем (поставщиком) оборудования сертификатом соответствия, выданным сертификационным центром. Копия сертификата соответствия должна прилагаться к паспорту котла. Проекты котлов, а также проекты их монтажа или реконструкции должны выполняться специализированными проектно-конструкторскими организациями, имеющими разрешение органов Госгортехнадзора.

Изменения проекта, необходимость в котором возникает в процессе изготовления, монтажа, эксплуатации, при ремонте, модернизации или реконструкции, должно быть согласовано с автором проекта, а для котлов, приобретённых за границей, с головной организацией по котлостроению.

Конструкция котлов и его основных частей должна обеспечивать надёжность, долговечность и безопасность эксплуатации на расчётных параметрах в течение расчётного ресурса безопасной работы котла (элемента), принятого в технических условиях, а также возможность технического освидетельствования, очистки, промывки, ремонта и эксплуатационного контроля металла.

Конструкция и гидравлическая схема котла, пароперегревателя и экономайзера должны обеспечивать надёжное охлаждение стенок элементов, находящихся под давлением.

Участки элементов котлов и трубопроводов с повышенной температурой поверхности, доступные для обслуживающего персонала, должны быть покрыты тепловой изоляцией, обеспечивающей температуру наружной поверхности не более 55°С при температуре окружающей среды не более 25°С.

Нижний допустимый уровень воды в газотрубных (жаротрубных) котлах должен быть не менее чем на 100 мм выше верхней точки поверхности нагрева котла.

Каждый котёл с камерным сжиганием топлива (пылевидного, газообразного, жидкого) или с шахтной топкой для сжигания торфа, опилок, стружек и других мелких производственных отходов должен быть снабжен предохранительными устройствами. Эти устройства следует устанавливать в стенке топки, последнего газохода котла, экономайзера и золоуловителя. Взрывные предохранительные устройства должны быть размещены и устроены так, чтобы было исключено травмирование людей. Количество, размещение и размеры проходного сечения взрывных предохранительных устройств определяется проектом котла.

Изготовление, монтаж и ремонт котлов и их элементов должны выполнятся специализированными предприятиями или организациями, имеющими разрешение органовнадзора. Изготовление, монтаж и ремонт котлов и их элементов должны выполняться в полном соответствии с требованиями Правил и государственных стандартов.

Изготовление, монтаж и ремонт котлов и их элементов должны производиться по технологии, разработанной до начала работ организацией, выполняющей соответствующие работы.

Виды неразрушающего контроля: внешний осмотр и измерения; радиографический контроль; рентгенно-телевизионный контроль; ультразвуковой (УЗК) контроль; капиллярный или магнитопорошковый; стилоскопирование (для аустенитных сталей) для определения легирующих элементов; измерение твёрдости (после термообработки шва); прогонка металлического шара; гидравлическое испытание.

Гидравлическому испытанию с целью проверки плотности и прочности всех элементов котла, пароперегревателя и экономайзера, а также всех сварных и других соединений подлежат все котлы и их элементы после изготовления или после монтажа.

Минимальное значение пробного давления *Ро* при гидростатическом испытании котлов, пароперегревателей и экономайзеров, а также трубопроводов в пределах котла принимается:

а) при рабочем давлении *Рраб* не более 0,5 *МПа*

https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza7/1445237804609.files/image159.gif, но не менее 0,2 *МПа*;

б) при рабочем давлении *Рраб* более 0,5 *МПа*

https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza7/1445237804609.files/image161.gif, но не менее *Рраб* +0,3, *МПа.*

При проведении гидравлического испытания барабанных котлов, а также их пароперегревателей и экономайзеров за рабочее давление принимается давление в барабане котла, а для котлов с принудительной циркуляцией без барабанных и прямоточных – давление питающей воды на входе в котёл, установленное конструкторской документацией.

Гидравлическое испытание должно производится водой с температурой не ниже 5°С и не выше 40°С. Время выдержки под пробным давлением должно быть не менее 10 мин.

Для управления работой, обеспечения безопасных условий и расчётных режимов эксплуатации котлы должны быть оснащены: устройствами, предохраняющими от повышения давления (предохранительными устройствами); указателями уровня воды; манометрами; приборами для измерения температуры среды; запорной и регулирующей арматурой; приборами безопасности; питательными устройствами. В качестве предохранительных устройств допускается применять: рычажно-грузовые предохранительные клапаны прямого действия; пружинные предохранительные клапаны прямого действия; импульсные предохранительные устройства.

На каждом паровом и водогрейном котле должно быть установлено не менее двух предохранительных устройств. На каждом паровом котле, за исключением прямоточных, должно быть установлено не менее двух указателей уровня воды прямого действия, а также манометр, показывающий давление пара. Манометр должен быть установлен на барабане котла, а при наличии у котла пароперегревателя - и за пароперегревателем, до главной задвижки. На прямоточных котлах манометр должен быть установлен за пароперегревателем, перед запорным органом. На котлах должны быть установлены автоматически действующие звуковые сигнализаторы верхнего и нижнего предельных положений уровней воды.

Паровое и водогрейное котлы при камерном сжигании топлива должны быть оборудованы автоматическими устройствами для прекращения подачи топлива в топку в следующих случаях: при погасании факела в топке, при отключении всех дымососов или прекращении тяги, при отключении всех дутьевых вентиляторов.

Стационарные котлы устанавливаются только в зданиях и помещениях, отвечающие требованиям СНиП 11-35-76 "Котельные установки". Их можно устанавливать вне помещения, если котёл спроектирован для работы в заданных климатических условиях. Устройство помещений и чердачных перекрытий над котлами не допускается (кроме котлов, установленных в производственных помещениях). Устройство приямков в котельных не допускается. Выходные двери из котельного помещения должны открываться наружу.

Руководство предприятия должно обеспечить содержание котлов в исправном состоянии и безопасные условия их эксплуатации.

К обслуживанию котлов могут быть допущены лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское обследование, обучение, аттестованные и имеющие удостоверение на право обслуживания котлов. Обучение и аттестация машинистов котельной, операторов котельной и водосмотров проводится по разрешению органов Госнадзора. Индивидуальная подготовка персонала не допускается. Аттестация проводится с участием инспектора котлонадзора. Периодическая проверка знаний персонала, обслуживающего котлы, должна проводиться не реже одного раза в год.

На каждом котле, введенном в эксплуатацию, должна быть на видном месте прикреплена табличка с указанием следующих данных: регистрационный номер; разрешенное давление.

**3. Общие требования безопасности к сосудам, работающим под давлением.**

Сосуд, работающий под давлением, – это герметически закрытая ёмкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортирования газообразных, жидких и других веществ. Границей сосуда являются входные и выходные штуцера.

**Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, распространяются на случаи работы:**

- под давлением воды с температурой выше 115оС или другой жидкости с температурой, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 *МПа* без учета гидростатического давления;

- сосуды, работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 *МПа*; на баллоны, предназначенные для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворённых газов под давлением свыше 0,07 *МПа*;

- на цистерны и бочки для транспортирования сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50оС превышает 0,07 *МПа*;

- цистерны и сосуды для транспортирования или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление свыше 0,07 *МПа* создается периодически для их опорожнения;

- на барокамеры.

Сосуды под давлением (в том числе и баллоны) могут взрываться от ударов, падения, соударения между собой, перегрева, повышения внутреннего давления, нарушения работы вентилей, наполнения другим газом. Очень часто причиной взрыва могут быть нарушения правил эксплуатации, хранения и перевозки сосудов. Например, при совместном хранении сосудов, наполненных разными газами, в помещении может образоваться взрывоопасная среда от смеси газов, даже незначительно просасывающихся через вентили. При хранении маслосодержащих веществ и кислородных баллонов может произойти взрыв при взаимодействии масла и кислорода.

Требования к изготовлению, реконструкции, монтажу, наладке, ремонту и к проведению сварочных работ аналогичны требованиям к котлам.

После изготовления все сосуды подлежат испытанию пробным давлением. Гидравлическому испытанию подлежат все сосуды после их изготовления или монтажа.

Гидравлическое испытание сосудов, за исключением литых, должно проводиться пробным давлением (*МПа*)

https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza7/1445237804609.files/image163.gif,

где *Рраб* – расчетное давление сосуда, *МПа*;

https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza7/1445237804609.files/image165.gif – допустимые напряжения для материала сосуда или его элементов при 20 *оС* и расчетной температуре *t*, *МПа.*

Гидравлическое испытание литых сосудов проводиться пробным давлением

https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza7/1445237804609.files/image167.gif,

Гидравлическое испытание криогенных сосудов при наличии вакуума в изоляционном пространстве должно проводиться пробным давлением (*МПа*)

https://www.ok-t.ru/studopediaru/baza7/1445237804609.files/image169.gif

При заполнении сосуда водой воздух должен быть удален полностью. Температура воды (или другой жидкости) должна быть от +5 до +40 *оС*, если в технических условиях не указано конкретное значение температуры.

Время выдержки под пробным давлением должно быть при:

толщине стенки до 50 *мм* – 10 мин; от 50 до 100 *мм* – 20 мин; свыше 100 *мм* – 30 мин; для литых, неметаллических и многослойных – 60 мин.

Для управления работой и обеспечения нормальных условий эксплуатации сосуды должны быть снабжены приборами для измерения давления и температуры среды; предохранительными устройствами; запорной арматурой; указателями уровня жидкости.

Сосуды устанавливают на открытых площадках в местах, исключающих скопление людей, или в отдельно стоящих зданиях.

Не разрешается установка сосудов в жилых, общественных и бытовых зданиях, а также в примыкающих к ним помещениям.

Требования к регистрации сосудов, техническому освидетельствованию, пуску в работу, а также надзору, содержанию, обслуживанию и ремонту аналогичны требованиям к котлам. Отличие только в том, что администрация назначает приказом два лица: *ответственного* по надзору за техническим состоянием и эксплуатацией сосудов, и *ответственного* за исправное состояние и безопасное действие сосудов. Техническое освидетельствование сосудов, проводит эксперт и лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов (наружный и внутренний осмотр – один раз в 4 года, гидравлическое испытание – один раз в 8 лет).

Предприятия – владельцы сосудов должны проводить самостоятельно их внутренний осмотр не реже чем через 2 года, за исключением сосудов, работающих со средой, вызывающей коррозию металла, которые должны подвергаться осмотру не реже чем через год.

**Сосуд должен быть аварийно остановлен в следующих случаях:**

- если давление в сосуде поднялось выше разрешённого и не снижается, несмотря на меры, принятые персоналом; при выявлении неисправности предохранительных устройств; при обнаружении в сосуде и его элементах неплотностей, выпучин, разрывов прокладок; при неисправности манометра и невозможности определить давление по другим приборам; при снижении уровня жидкости ниже допустимого в сосудах с огневым обогревом; при неисправности всех указателей уровня жидкости; при неисправности предохранительных блокировочных устройств; при возникновении пожара, непосредственно угрожающего сосуду.

Порядок аварийной остановки и последующего ввода его в работу должен быть указан в инструкции. Причины аварийной остановки сосуда должны записываться в сменный журнал.

*Дополнительные требования к баллонам.*

Баллоны вместимостью более 100 л каждый должен быть снабжен паспортом, а менее 100 л – паспорт выдается на партию. Боковые штуцера для баллонов, наполняемых водородом и другими горючими газами, должны иметь *левую* резьбу, а для баллонов, наполняемых кислородом и другими негорючими газами, – *правую* резьбу. Каждый вентиль баллонов для взрывоопасных горючих и вредных веществ 1 2 классов опасности по ГОСТ 12.1.007-76 должен иметь заглушки, накручивающиеся на штуцер.

После изготовления наружная поверхность баллона окрашивается в соответствующий цвет. Окраска баллонов и нанесение надписей некоторых газов приведены в таблице 3.5.1.

Таблица 1

Окраска и нанесение надписей на баллонах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование газа | Окраска  баллона | Текст  надписи | Цвет  надписи | Цвет  полосы |
| Азот | Черная | Азот | Желтый | Коричневый |
| Аммиак | Желтая | Аммиак | Черный | – |
| Ацетилен | Белая | Ацетилен | Красный | – |
| Водород | Темно-зеленая | Водород | Красный | – |
| Бутилен | Красная | Бутилен | Желтый | Черный |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование газа | Окраска  баллона | Текст  надписи | Цвет надписи | Цвет полосы |
| Нефтегаз | Серая | Нефтегаз | Красный | – |
| Воздух | Черная | Сжатый воздух | Белый | – |
| Кислород | Голубая | Кислород | Черный | – |
| Сероводород | Белая | Сероводород | Красный | Красный |
| Углекислота | Черная | Углекислота | Желтый | – |
| Этилен | Фиолетовая | Этилен | Красный | – |
| Все другие горючие газы | Красная | Наименование  газа | Белый | – |
| Все другие негорючие газы | Черная | Наименование  газа | Желтый | – |

Освидетельствование баллонов производится на предприятиях-изготовителях, предприятиях-наполнителях, наполнительных станциях и испытательных пунктах.

**Оно, за исключением баллонов для ацетилена, включает:**

- осмотр внутренней и наружной поверхности баллонов; проверку массы и вместимости; гидравлическое испытание.

Проверка массы и вместимости бесшовных баллонов вместимостью до 12 *л* включительно и свыше 55 *л*, а также сварных баллонов, независимо от вместимости, не производится. Емкость баллона определяется по разности между весом баллона, наполненного водой, и весом порожнего баллона или при помощи мерных бачков.

При удовлетворительных результатах освидетельствования предприятие выбивает на баллоне свое клеймо круглой формы диаметром 12 *мм*, дату проведенного и следующего освидетельствования. Результаты освидетельствования баллонов емкостью более 100 *л* заносятся в паспорт баллонов. Клеймо на баллонах в этом случае не ставится.

Освидетельствование баллонов должно проводиться в отдельных специально оборудованных помещениях. Температура воздуха в этих помещениях должна быть не ниже 12оС.

Эксплуатация, хранение и транспортировка баллонов должна производиться в соответствии с требованиями инструкции, утвержденной на предприятии в установленном порядке.

Запрещено полностью вырабатывать газ в баллоне. Остаточное давление должно быть не менее 0,05 *МПа*. Наполнение баллонов газами должно производиться по инструкции, разработанной с учетом свойств газа, местных условий и требований инструкции по наполнению баллонов газами. Например, для пропана наполнение баллонов должно быть не более 0,425 *кг* на 1 *л* вместимости баллона, для этилена – 0,286 *кг* на 1 *л*, для углекислоты – 0,72 *кг* на 1 *л*.

Наполнение баллонов, в которых отсутствует избыточное давление газа, производится после предварительной их проверки в соответствии с инструкцией предприятия-наполнителя.

Баллоны с газами могут храниться как в специальных помещениях, так и на открытом воздухе. Помещения складов для баллонов должно удовлетворять требованиям к взрывоопасным помещениям. На открытом воздухе баллоны должны быть защищены от атмосферных осадков и солнечных лучей. При этом хранение в одном помещении баллонов с кислородом и горючими газами запрещено. Баллоны с газом, устанавливаемые в помещениях, должны находиться на расстоянии не менее 1 *м* от радиаторов отопления и других отопительных приборов и печей и не менее 5 *м* от источников тепла с открытым огнем.

Баллоны хранятся как в вертикальном положении, так и в горизонтальном на специальных стеллажах. При хранении в вертикальном положении для предохранения от падения баллоны должны устанавливаться в специально оборудованные гнезда, клетки или ограждаться барьером. Для хранения в горизонтальном положении применяют деревянные рамы или стеллажи. При хранении на открытых площадках разрешается укладывать баллоны в штабеля с прокладками из веревки, деревянных брусьев или резины между горизонтальными рядами. При укладке баллонов в штабеля высота последних не должна превышать 1,5 *м*. Вентили баллонов должны быть обращены в одну сторону.

Транспортирование баллонов производится при помощи специальных тележек или автомобильным рессорным транспортом в горизонтальном положении в специальных гнездах или стеллажах. Транспортирование баллонов производится с навернутыми колпаками.

**4. Общие требования безопасности к компрессорным установкам.**

Проектирование, изготовление, реконструкция, наладка, ремонт и эксплуатация компрессорных установок должна производиться ГОСТ 12.2.016-81 «Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Компрессорные установки могут взорваться при несоблюдении требований эксплуатации двигателей установки и условий наполнения воздухосборника.

**Основными причинами взрыва являются:**

перегрев поршневой группы, что вызывает активное разложение масла с выделением паров углеводородов, смесь которых с воздухом приводит к образованию взрывоопасной среды; применение легкоплавких масел, способных разлагаться при невысоких температурах; накопление статического электричества на корпусе компрессора или воздухосборника, что может привести к искрению от пылинок в засасываемом воздухе; превышение давления в воздухосборнике в случае неисправности предохранительного клапана.

Правилами устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздуховодов предусматривается необходимость применения в двигательной установке только тугоплавких специальных компрессорных масел и водяного охлаждения, а также недопустимость засасывания запыленного воздуха и обязательное заземление агрегата для снятия статического заряда.

Компрессорное оборудование должно иметь звуковую и световую сигнализацию. Сигнализация должна включаться при выходе параметров сжатия газов, режимов работы системы охлаждения и смазки за пределы, установленные стандартами на конкретные виды компрессоров. Предохранительные, сигнализирующие и блокировочные устройства должны срабатывать автоматически и обеспечивать последовательность выполнения технологических операций по сжатию газа и заданные параметры процесса сжатия газа, а также безопасный режим работы компрессорного оборудования и его систем.

Оснащение компрессорного оборудования предохранительными клапанами и пластинами (мембранами) регламентировано Правилами. Места их установки, размеры, пропускная способность, исполнения оговариваются в стандартах на конкретные виды компрессорного оборудования. На нагнетательном газопроводе последней ступени сжатия, а также на газопроводах отбора газа промежуточного давления должен быть установлен обратный клапан.

Органы управления, обеспечивающие аварийную остановку компрессорного оборудования, должны быть размещены на пультах управления для передвижных компрессоров. Для стационарных компрессоров органы управления должны быть размещены на пультах управления и продублированы у выходов из машинных залов или в других удобных и безопасных местах.

**Безопасность эксплуатации трубопроводов.**

Согласно нормативов установлены следующие десять групп веществ, транспортируемых по трубопроводам: вода, пар, воздух, горючие газы (включая сжиженные), негорючие газы (включая сжиженные), кислоты, щелочи, горючие жидкости, негорючие жидкости, прочие вещества.

Опознавательная окраска и цифровое обозначение укрупненных групп трубопроводов должны соответствовать указанным в таблице 3.5.2.

Таблица 2

Опознавательная окраска и цифровое обозначение укрупненных групп трубопроводов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Цифровое обозначение | Транспортируемая среда | Окраска труб |
|  | Вода | Зеленый |
|  | Пар | Красный |
|  | Воздух | Синий |
| 4,5 | Горючие и негорючие газы | Желтый |
| Цифровое обозначение | Транспортируемая среда | Окраска труб |
|  | Кислоты | Оранжевый |
|  | Щелочи | Фиолетовый |
| 8,9 | Горючие и негорючие жидкости | Коричневый |
|  | Прочие вещества | Серый |

Противопожарные трубопроводы, независимо от их содержимого (вода, пена, пар для тушения и др.), спринклерные и дренчерные системы на участках напорно-регулирующей арматуры и в местах присоединения шлангов и других устройств для тушения пожара должны окрашиваться в красный цвет (сигнальный).

Для обозначения опасных по свойствам веществ, транспортируемых по трубопроводам, следует наносить предупреждающие цветные кольца (таблица 3.5.3).

Таблица 3

Предупреждающие цветные кольца

|  |  |
| --- | --- |
| Цвет колец | Характеристика опасности транспортируемой среды |
| Красный | Легковоспламеняемость, огнеопасность, взрывоопасность |
| Желтый | Опасность или вредность (ядовитость, токсичность, способность вызывать удушье, термические или химические ожоги, радиоактивность, высокое давление или глубокий вакуум и др.) |
| Зеленый | Безопасность или нейтральность |

Если вещество обладает одновременно несколькими опасными свойствами, обозначенными различными цветами, на трубопроводы следует наносить одновременно кольца нескольких цветов. На вакуумных трубопроводах, кроме отличительной окраски, следует давать надпись «Вакуум».

По степени опасности для жизни и здоровья людей или эксплуатации предприятия вещества, транспортируемые по трубопроводам, делятся на три группы, обозначаемые соответствующим количеством предупреждающих колец (табл. 3.5.4).

Таблица 4

Группы опасности веществ и количество предупреждающих колец

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа (количество колец) | Транспортируемое вещество | Давление, *МПа* | Температура, оС |
| 1 (одно) | Перегретый пар | До 2,2 |  |
| Горячая вода, насыщенный пар | От 1,6 | Св. 120 |  |
| Перегретый и насыщенный пар, горячая вода | От 0,1 до 1,6 | 120 – 250 |  |
| Горючие (в том числе сжиженные газы) жидкости | До 2,5 | От –70 до 250 |  |
| Негорючие жидкости и пары, инертные газы | До 6,4 | От –70 до 350 |  |
| Группа (количество колец) | Транспортируемое вещество | Давление, *МПа* | Температура, оС |
| 2 (два) | Перегретый пар | До 3,9 | 350 – 450 |
| Горячая вода, насыщенный пар | От 8,0 до 18,4 | Св. 120 |  |
| Продукты с токсическими свойствами (кроме сильно действующих ядовитых веществ и дымящихся кислот) | До 1,6 | От –70 до 350 |  |
| Горючие (в том числе сжиженные) активные газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости | От 2,5 до 6,4 | 250 – 350 и от –70 до 0 |  |
| Негорючие жидкости и пары, инертные газы | От 6,4 до 10,0 | 340 – 450 и от –70 до 0 |  |
| 3 (три) | Перегретый пар | Независимо от давления | 450 – 660 |
| Горячая вода, насыщенный пар | Св. 18,4 | Св. 120 |  |
| Ядовитые сильнодействующие вещества и дымящие кислоты | Независимо от давления | От –70 до 700 |  |

Продолжение таблицы 3.5.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 3 (три) | Прочие продукты с токсическими свойствами | Св. 1,6 | т –70 до 700 |
| Горючие (в том числе сжиженные) активные газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости | Независимо от давления | 350 – 700 |  |
| Негорючие жидкости и пары, инертные газы | Независимо от давления | 450 –700 |  |

При необходимости конкретизировать вид опасности дополнительно к цветным предупреждающим кольцам должны применяться предупреждающие знаки согласно ГОСТ 12.4.026-76. Цвет надписей при нанесении их на фоне опознавательной окраски принимают *белым* – на зеленом, красном и коричневом фоне; *черным* – на синем, желтом, оранжевом, фиолетовом и сером фоне.

Требования к изготовлению трубопроводов пара и горячей воды, их реконструкции, монтажу, наладке, ремонту и к проведению сварочных работ аналогичны требованиям к котлам, а также аналогичны требования к их регистрации, техническому освидетельствованию, пуску в работу, а также надзору, содержанию, обслуживанию и ремонту. Отличие только в нормах и сроках технического освидетельствования. Техническое освидетельствование трубопроводов проводит эксперт: внешний осмотр – один раз в 3 года, гидравлическое испытание (давлением 1,25 от рабочего, но не менее 0,2 *МПа*) – перед пуском в работу, после аварии, после ремонта или после отработки нормативного срока эксплуатации.

Предприятия – владельцы трубопроводов должны проводить самостоятельно техническое освидетельствование в следующие сроки: наружный осмотр не реже одного раза в год; гидравлическое испытание трубопроводов на прочность и плотность одновременно давлением 1,25 от рабочего (но не менее 0,2 *МПа*) перед пуском в эксплуатацию, после монтажа или ремонта с применением сварки, а также при пуске в работу трубопроводов после нахождения их на консервации более двух лет.

**Безопасность эксплуатации установок криогенной техники.**

Криогенная техника – это область техники, связанная с достижением и практическим применением криогенных температур. Под криогенными продуктами следует понимать вещества или смесь веществ, находящихся при криогенных температурах 0 – 120 К. К основным криогенным продуктам относятся: азот, кислород, водород, гелий, аргон, неон, криптон, ксенон, озон, фтор и метан.

При производстве, хранении, транспортировании и использовании криогенных продуктов образуются опасные и вредные производственные факторы, воздействию которых подвержен персонал, обслуживающий криогенное оборудование или находящийся рядом с ним. При непосредственном контакте человеческого тела с криогенной жидкостью, ее парами, охлажденной ими газовой средой, частями оборудования, трубопроводов, инструмента и конструкций под действием криогенной температуры происходит образование кристаллов льда в живых тканях, что может вызвать их разрыв. Контакт тела с криогенными продуктами также может вызвать ожог участков тела, глаз (вплоть до потери зрения) и обморожений в результате глубокого охлаждения участков тела. Практически все криогенные продукты токсичны (кроме криптона и ксенона).

При работе с криогенными жидкостями возникают вредные и опасные факторы, характерные для криогенных продуктов: низкая температура криогенных продуктов; самопроизвольное повышение давления криогенных продуктов при их хранении и транспортировке; уменьшение концентрации кислорода в зоне дыхания при разрушении криогенного оборудования или проливе криогенной жидкости; гидравлические удары, обусловленные появлением паровых полостей в трубопроводах и последующим заполнением их жидкостью; наличие в воздухе токсичных паров и газов криогенных продуктов, превышающих ПДК; контакт органических веществ и материалов с криогенными жидкостями-окислителями и контакт горючих криогенных жидкостей с кислородом или воздухом, что приводит к возгоранию, пожарам или взрывам.

При хранении и транспортировании криогенных жидкостей необходимо обеспечить высококачественную тепловую изоляцию (порошково-вакуумная или экранно-вакуумная). Сосуды для хранения и транспортирования криогенных жидкостей должны быть оборудованы предохранительными клапанами, разрывными мембранами, а работающие под избыточным давлением – манометрами. Должны соблюдаться нормы заполнения сосудов криогенными жидкостями. Наружная поверхность емкостей для криогенных жидкостей должна быть окрашена алюминиевой краской, иметь соответствующие надписи и отличительные полосы.

Для хранения и транспортирования криогенных продуктов изготавливают криогенные сосуды 6, 10, 16, 25 и 40 литров. Для хранения и транспортирования относительно небольших количеств криогенных продуктов (от нескольких литров до нескольких десятков литров) используют сосуды Дьюара. Сосуды Дьюара типа АСД изготавливают из алюминиевого сплава шаровой или цилиндрической формы емкостью 5, 16, 25 и 100 литров. Эти сосуды имеют двойную стенку. Межстенное пространство засыпано экранирующей изоляцией (аэрогель с бронзовой пудрой) и воздух из него откачан.

При работе с сосудами Дьюара следует учитывать, что взрывы сосудов Дьюара происходят вследствие плотно закрытой горловины сосуда: закупорки горловины льдом; нарушения вакуумной изоляции сосуда и резкого повышения температуры внутри сосуда.

**5. Безопасность при погрузочно-разгрузочных работах и на транспорте**

Анализ причин производственного травматизма в промышленности показывает, что около 30% несчастных случаев на предприятиях связано с эксплуатацией транспортных средств, которые включают как рельсовый, так и безрельсовый транспорт (автомобили, электрокары, автопогрузчики), а также транспортирующие подъемно-транспортные машины.

Погрузочно-разгрузочные и транспортные работы следует выполнять в соответствии с требованиями Закона «О перевозке опасных грузов» ,ГОСТ 12.3.002-75, ГОСТ 12.3.009-76, ГОСТ 12.3.010-82, ГОСТ 12.3.020-80 и нормативно-технической документации, утвержденной органами государственного надзора. Безопасность погрузочно-разгрузочных работ и транспортных операций на предприятиях обеспечивают инженерно-технические работники, ответственные за безопасное выполнение работ по перемещению грузов, безопасную эксплуатацию и содержание в исправном состоянии подъемно-транспортного оборудования.

**В зависимости от опасности обращения с грузами при погрузке, транспортировке и выгрузке грузы делятся на четыре группы:**

- малоопасные грузы (металлы, лесо- и стройматериалы и др.);

- опасные грузы вследствие габаритных размеров:

- пылящие и горячие грузы (цемент, мел, известь, асфальт и др.);

- опасные грузы (по ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка»).

К опасным грузам относятся вещества и предметы, которые при транспортировании, погрузочно-разгрузочных работах и хранении могут послужить причиной взрыва, пожара или повреждения транспортных средств, зданий или сооружений, а также гибели, увечья, отравления, ожогов, облучения или заболевания людей или животных.

**Опасные грузы подразделяются на 9 классов и подклассы:**

1) класс 1 – взрывчатые вещества, которые по своим свойствам могут взрываться, вызывать пожар с взрывчатым действием, а также устройства, содержащие взрывчатые вещества и средства взрывания, предназначенные для производства пиротехнического эффекта. Этот класс делится на 4 подкласса в зависимости от взрывчатых свойств веществ;

2) класс 2 – газы сжатые, сжиженные и растворенные под давлением, отвечающие хотя бы одному из следующих условий: избыточное давление в сосуде при температуре 20оС равно или выше 0,1 МПа, абсолютное давление паров при температуре 50оС равно или выше 0,3 МПа, критическая температура ниже 50оС; растворенные под давлением; сжиженные переохлаждением. Этот класс делится на 4 подкласса в зависимости от воспламеняющихся и ядовитых свойств газов;

3) класс 3 – легковоспламеняющиеся жидкости, смеси жидкостей, а также жидкости, содержащие твердые вещества в растворе или суспензии, которые выделяют легковоспламеняющиеся пары, имеющие температуру вспышки в закрытом сосуде 61оС и ниже. Этот класс делится на 3 подкласса в зависимости от температуры вспышки в закрытом сосуде;

4) класс 4 – легковоспламеняющиеся вещества и материалы (кроме взрывчатых), способные во время перевозки легко загораться от внешних источников воспламенения в результате трения, поглощения влаги, самопроизвольных химических превращений, а также при нагревании. Этот класс делится на 3 подкласса в зависимости от условий воспламенения;

5) класс 5 – окисляющие вещества и органические перекиси, которые способны легко выделять кислород, поддерживать горение, а также могут в соответствующих условиях или в смеси с другими веществами вызывать самовоспламенение и взрыв. Этот класс делится на 2 подкласса в зависимости от их способности гореть;

6) класс 6 – ядовитые и инфекционные вещества, способные вызвать смерть, отравление или заболевание при попадании внутрь организма или при соприкосновении с кожей и слизистой оболочкой. Этот класс делится на 2 подкласса в зависимости от характеристики веществ;

7) класс 7 – радиоактивные вещества. Этот класс делится на 3 подкласса в зависимости от характеристики радиоактивности веществ;

8) класс 8 – едкие и коррозионные вещества, которые вызывают повреждение кожи, поражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей, коррозию металлов и повреждение транспортных средств, сооружений или грузов, а также могут вызвать пожар при взаимодействии с органическими материалами или некоторыми химическими веществами. Этот класс делится на 3 подкласса в зависимости от вида веществ;

9) класс 9 – вещества с относительно низкой опасностью при транспортировании, не отнесенные ни к одному из предыдущих классов, но требующие применения к ним определенных правил перевозки и хранения. Этот класс делится на 4 подкласса в зависимости от характеристики веществ.

В зависимости от класса опасности опасные грузы должны иметь знак опасности (по ГОСТ 19433-88) с указанием характеристики опасности и мер предосторожности. Знаки опасности наносятся на упаковке груза на видном месте.

По массе одного места грузы делятся на три *категории*: 1 – массой менее 80 *кг*, а также сыпучие, мелкоштучные и т.п.; 2 – массой от 80 до 500 *кг*; 3 – массой более 500 *кг*.

Согласно требованиям ГОСТ 12.3.009-76 «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности» на предприятиях должны быть составлены *карты* технологических процессов на погрузочно-разгрузочные работы. В этих картах должны учитываться следующие требования безопасности: 1) механизация при погрузочно-разгрузочных работах грузов 2-й и 3-й категорий, а также для грузов первой категории при транспортировании грузов на расстояние более 25 *м* по горизонтали и для сыпучих материалов – на расстоянии свыше 3,5 *м* по вертикали; 2) специальная упаковка, носилки и тележки для переноски и перевозки стеклянной тары с агрессивными жидкостями.

Правила складирования грузов следующие: высота штабеля не должна превышать 6 *м* для неразборной тары и 4,5 *м* – для складной тары; 3 *м* – для грузов в ящиках при ручной погрузке и 6 *м* – при механизированной, для барабанов с карбидом кальция – не более двух ярусов, для корзин с бутылями агрессивных жидкостей – в один ряд; ширина главного прохода в помещениях закрытых складов должна быть не менее 3 *м*. При выполнении работ с грузами третьей (пылящие и горючие) и четвертой (опасные) групп следует применять соответствующие СИЗ. Следует соблюдать совместимость перевозимых грузов и правила укладки грузов на транспортное средство.

Поднимать и переносить грузы вручную допускается в исключительных случаях (при невозможности применения подъемно-транспортных средств) на расстояние не более 25 *м*. Предельная норма переноски грузов вручную по ровной и горизонтальной поверхности на одного человека не должна превышать: 10 *кг* для подростков женского пола от 16 до 18 лет; 16 *кг* – для подростков мужского пола от 16 до 18 лет; 20 *кг* – для женщин старше 18 лет; 50 *кг* – для мужчин старше 18 лет. Допускать подростков к переноске тяжестей разрешается только при условии, что эти операции связаны с выполнением основной работы по специальности и занимают не более 1/3 всего их рабочего времени.

Перемещать баллоны разрешается только на тележках или специальных носилках, а бутыли с опасными жидкостями – в плетеных корзинах. Подъем этих грузов на высоту вручную запрещен. Переносить материалы на носилках разрешается в исключительных случаях по горизонтальному пути на расстояние не более 50 *м*, запрещается переносить материалы на носилках по лестницам и стремянкам.

Требования к эксплуатации ГОСТ 12.2.053-91 «Краны-штабелеры. Требования безопасности» и др. Общими требованиями безопасности являются: обеспечение надежности конструкции оборудования (выбор соответствующего материала и запаса прочности, защита от тепловых воздействий и коррозии), наличие предохранительных устройств (ограничители грузоподъемности, высоты подъема груза и скорости, концевые выключатели, тормоза, ловители, аварийные выключатели и др.), периодическое техническое освидетельствование оборудования и соответствующая подготовка персонала.

Подъемно-транспортное оборудование до пуска в работу и допускаются к эксплуатации только после испытания и технического освидетельствования. Подъемно-транспортное оборудование проходит техническое освидетельствование: перед пуском в работу и периодически в процессе работы.

Различают частичное освидетельствование (один раз в год) и полное (один раз в три года). При частичном освидетельствовании оборудование подвергают осмотру, а при полном - осмотру, статическому и динамическому испытанию.

**Вопросы по лекции:**

1. Общие требования безопасности к производственному оборудованию.

2. Безопасность эксплуатации систем под давлением и криогенной техники.

3. Общие требования безопасности к сосудам, работающим под давлением.

4. Общие требования безопасности к компрессорным установкам.

5. Безопасность при погрузочно-разгрузочных работах и на транспорте.