

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

Кафедра Автотранспортной и техносферной безопасности

Составитель: Морохова Н.А.

Конспект лекций
«Производственная безопасность»
для студентов ВлГУ, обучающимся по направлению
20.03.01 Техносферная безопасность
(шифр направления, название)

г. Владимир 2016

Производственная безопасность

1. Введение

Современная цивилизация столкнулась с огромной проблемой, заключающейся в том, что основа бытия общества – промышленность, сконцентрировав в себе колоссальные запасы энергии и новых материалов, стала угрожать жизни и здоровью людей, окружающей среде. Человек, работая на промышленном предприятии, постоянно подвергается воздействию различных опасностей. Средства массовой информации практически ежедневно сообщают об очередных инцидентах, авариях, катастрофах и др. происшествиях на производстве, повлекших за собой заболевания, гибель людей и материальный ущерб. Причинами подобных явлений могут быть несовершенство технологических процессов и оборудования, износ технологического оборудования и его отдельных деталей, использование в качестве сырья и материалов горючих, агрессивных и токсических веществ, некомпетентность и ошибочные действия производственного персонала и многие другие. В реальных производственных условиях часто возникают ситуации, когда здоровье, а иногда и жизнь человека, зависят только от его своевременных и грамотных действий. Разрешению многих проблем, связанных с негативными последствиями производственной деятельности человека, способствует специальная учебная дисциплина «Производственная безопасность».

1.1 Предмет, содержание и задачи производственной безопасности

Производственная безопасность является научно-учебной дисциплиной, изучающей производственные опасности с целью разработки профилактических мер защиты от них производственного персонала.

Предметом изучения (исследования) дисциплины являются: производственные (технологические) процессы; технологическое (производственное) оборудование; опасности, возникающие при эксплуатации.

2. Общие вопросы производственной безопасности

2.1 Опасность как фактор производственной среды

Производственная среда – всё, что окружает человека в процессе производственной деятельности и прямо или косвенно влияет на его состояние, здоровье, результаты труда и т.п.

Опасность – предметы, объекты, явления, процессы, характеристики среды и т.п., способные в определенных условиях вызывать нежелательные последствия.

Нежелательные последствия – ущерб здоровью, утомление, заболевание, угроза жизни, травма, отравление, пожар и т.п.

Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химические или биологические активные компоненты, а также характеристики не соответствующие комфортным условиям деятельности (работы) человека. Опасность является понятием сложным, иерархическим, имеющим много признаков, поэтому многообразие их таксонормируется (классифицируется, систематизируется) по различным признакам. Например:

по природе происхождения (природные, техногенные, антропогенные, экологические, смешанные и др.);

по локализации (литосферные, гидросферные, атмосферные, космические и др.);

по сфере проявления (производственные, бытовые, спортивные, дорожно-транспортные и др.);

по вызываемым последствиям (утомление, заболевание, травмы, аварии, пожары, летальный исход и др.);

по времени проявления отрицательных последствий (импульсивные, кумулятивные);

по структуре (простые и производные, порождаемые взаимодействием простых);

по характеру воздействия на человека (активные и пассивные).

Признаки проявления опасности могут быть априорными (предвестниками) и апостериорными (следы). Опасности в своем большинстве носят потенциальный (скрытый) характер, поэтому любой их анализ начинается с процесса идентификации.

Идентификация опасностей – процесс обнаружения и установления качественных, количественных, х, пространственных и др. характеристик опасностей, необходимых и временны достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на

обеспечение комфортной трудовой деятельности человека или безаварийного функционирования производственных процессов.

В процессе идентификации опасностей выявляются: признаки, пространственная локализация, вероятность (частота) проявления, возможный ущерб и др. параметры опасностей.

Сложный, взаимозависимый характер производственных опасностей не всегда даёт возможность однозначно определить их количественные параметры, поэтому часто для этого применяют процесс квантификации.

Квантификация – это введение количественных параметров для оценки сложных, но качественно определяемых явлений, процессов и т.п.

Опасности квантифицируются понятием «риск».

Поскольку на производстве преобладают потенциальные опасности, необходимо выявлять условия их проявления, которые называют причинами.

Опасности, причины их проявления и вызываемые нежелательные последствия являются основными характеристиками таких событий, как несчастный случай, чрезвычайная ситуация, пожар, профессиональное заболевание и др. Триада «опасность – причины – последствия» – это логический процесс развития, реализующий потенциальную опасность в реальный ущерб. Например: алкоголь – злоупотребление – деградация личности. В основе профилактики несчастных случаев на производстве по сути лежит поиск их возможных причин.

Практика жизни человека во всех сферах её проявления (бытовая, трудовая и др.) показывает, что любая деятельность потенциально опасна, т.е. невозможно достичь абсолютного исключения опасностей. Современный мир принял это утверждение как аксиому, которая имеет исключительно важное методологическое значение.

Теперь можно дать определение безопасности.

Безопасность – такое состояние трудовой (производственной) деятельности человека, при которой потенциальные опасности реализуются в нежелательные последствия с определенной вероятностью.

2. Категорирование и классификация производственных объектов как мера оценки опасности

Классификация и категорирование производственных объектов является одним из ориентирующих принципов обеспечения производственной безопасности. Данный принцип заключается в делении производственных объектов на классы и категории в зависимости от качественных и количественных характеристик опасности.

Принцип оценки опасностей путем классификации объектов позволяет учитывать возможную реализацию потенциальных опасностей при проектировании, строительстве, эксплуатации, реконструкции, консервации и ликвидации производственного объекта, т.е. на всех стадиях его жизненного цикла.

Классы и категории производственных объектов по видам опасностей закрепляются в нормативной документации, обязательной к исполнению на всех стадиях жизненного цикла объектов. Так как постоянно изменяются технологические процессы, оборудование, сырье, материалы и т.п., классы и категории периодически пересматриваются, как правило, не реже одного раза в 5 лет.

Ниже приведены примеры действующих нормативных документов РФ, в которых производственные объекты подразделяются на классы и категории по видам опасностей.

Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03). Предприятия, группы предприятий, их отдельные здания и сооружения (далее предприятия) с технологическими процессами, негативно воздействующими на среду обитания и здоровье человека, подразделяются на 5 классов (I, II, III, IV, V), при этом степень указанного воздействия уменьшается от I-го класса к V-му. Для каждого класса предприятий установлена соответствующая ширина санитарно-защитной зоны (СЗЗ), которая отделяет территорию промышленной площадки от жилой застройки (селитебная территория), ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта и т. п. В соответствии с требованиями указанных СанПиН ширина санитарно-защитной зоны составляет: для

предприятий I-го класса – 1000 м; II-го – 500 м; III-го – 300 м; IV-го – 100 м; V-го – 50 м. Например: тепловые электростанции мощностью 600 МВт и выше, использующие в качестве топлива уголь и мазут, относятся к предприятиям I-го класса, а работающие на газовом и газомазутном топливе – к II-му классу; угольные разрезы и горно-обогажительные фабрики относятся к предприятиям I-го класса, а производства по добыче угля подземным способом – к III-му классу; производства связанного азота (аммиака, азотной кислоты, азотно-туковых удобрений) и хлора электролитическим путём относятся к предприятиям I-го класса, а производства по переработке пластмасс – к IV-му классу.

Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (нормы государственной противопожарной службы НПБ 105-03). Помещения и здания производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности в зависимости от количества и пожаровзрывоопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учётом особенностей технологических процессов размещённых в них производств подразделяются на категории А, Б, В1...В4, Г и Д. Степень пожаровзрывоопасности указанных объектов при этом уменьшается от категории А к категории Д. Категории определяются по методикам, изложенным в НПБ, с учётом расчётных критериев взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий для наиболее неблагоприятных в отношении пожара и взрыва условий.

Категорирование взрывоопасности технологических блоков (общие правила взрывобезопасности для взрывоопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств ПБ 09-540-03). Технологические блоки (аппараты или группа аппаратов, которые в заданное время могут быть отключены от технологической системы без опасных изменений режима, приводящих к развитию аварии в смежной аппаратуре или системе) в зависимости от величины их относительного энергетического потенциала подразделяются на категории I, II, III. Степень взрывоопасности при этом уменьшается от категории I к категории III. Величина относительного энергетического потенциала технологического блока (показатель степени и масштабов возможных разрушений при взрыве парогазовой среды, содержащейся в блоке, с образованием ударной волны) рассчитывается по методикам, изложенным в ПБ.

Классификация помещений по опасности поражения людей электрическим током (правила устройства электроустановок ПУЭ). Все производственные помещения в зависимости от наличия условий, создающих опасность поражения людей электрическим током, подразделяются на классы: помещения без повышенной опасности (помещения, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность); помещения с повышенной опасностью (помещения, в которых имеется одно из следующих условий, создающих повышенную опасность: относительная влажность воздуха длительно более 75%; токопроводящая пыль; токопроводящий пол; температура воздуха длительно превышает +35°C; возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой стороны); особо опасные помещения (помещения, в которых имеется одно из следующих условий, создающих особую опасность: относительная влажность воздуха близка к 100 %; химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования; наличие одновременно двух и более условий повышенной опасности).

4. Основы профилактики травматизма и аварийности

Мероприятия, способствующие предупреждению травматизма и аварийности должны быть направлены на реализацию следующих основных требований:

1. Совершенствование технических систем (безопасные технологические процессы и оборудование; применение эффективных предохранительных устройств; использование блокировочных устройств и др.).

2. Совершенствование методов организации труда (качественное обучение и аттестация работников; эффективный распорядок режимов труда и отдыха; разработка планов профилактики производственного травматизма и ликвидации аварийных ситуаций и др.).

3. Создание здоровых санитарно-гигиенических условий труда (снижение опасных и вредных производственных факторов до нормативных величин; нормализация светового климата и метеорологический условий в помещениях; эффективная вентиляция производственных помещений и др.).

4. Расширение экономических способов воздействия на травматизм и аварийность (стимулирование работы без травм и аварий; компенсация ущерба, причинённого, например, населению производственной аварией из фондов предприятия и др.).

5. Прогнозирование проявления опасностей и условий, при которых они могут воздействовать на работников.

Промышленная безопасность

В наше время, когда практически нет ни одного города, где бы ни функционировали предприятия, особое значение приобретает промышленная безопасность. С каждым годом возрастает количество опасных объектов и производств. По этой причине проблема безопасности возведена в ранг главных приоритетов на государственном уровне.

Во многих промышленно развитых странах установлен строгий порядок лицензирования ОПО, строительства, эксплуатации и т.д. Безопасность здания в этих государствах контролируется государственными органами.

Промышленная безопасность опасных объектов – это определенная защищенность общества, государства от различных техногенных катастроф и аварий.

Для обеспечения безопасности проводятся комплекс мероприятий, которые направлены в первую очередь на обеспечение безопасности технических объектов. Любая организация, которая эксплуатирует опасный производственный объект, должна периодически проводить вышесказанные мероприятия. Этого требует Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Задача нашей компании предоставить комплекс услуг в сфере промышленной безопасности. Для этого мы осуществляем комплексный и профессиональный подход, оказывая широкий спектр услуг, главными из которых являются:

- обследование зданий и сооружений;
- лицензирование ОПО;
- экспертиза промышленной безопасности;
- сертификация технических устройств

В соответствии со статьей 13 Федерального закона от 21.07.1997 г.

№ 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» экспертизе промышленной безопасности подлежит Декларация промышленной безопасности, разрабатываемая в составе проектной документации на расширение, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта подлежит экспертизе промышленной безопасности.

Результатом работы является:

- заключение МЧС России или органа управления ГО и ЧС субъекта РФ о соответствии декларации промышленной безопасности, заключения экспертизы на нее требованиям в части предупреждения, локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций опасного производственного объекта;

- заключение экспертизы декларации промышленной безопасности ОПО, зарегистрированное в Ростехнадзоре.

В соответствии со статьей 13 Федерального закона от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» экспертизе промышленной безопасности подлежит проектная документация на расширение, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта. Экспертиза промышленной безопасности проводится перед принятием решения о начале строительства или после внесения изменений и дополнений в проектную документацию.

Результатом работы является: Заключение экспертизы промышленной безопасности проектной документации, зарегистрированное в Ростехнадзоре.

В соответствии со статьей 13 Федерального закона от 21.07.1997 г.

№ 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» экспертизе промышленной безопасности подлежат технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте.

Проводится с целью оценки соответствия технического состояния ТУ требованиям нормативно-технических документов, определения возможности, условий и сроков дальнейшей безопасной эксплуатации ТУ.

Результатом работы является:

- заключение экспертизы промышленной безопасности на техническое устройство, зарегистрированное в Ростехнадзоре, в котором представлена оценка соответствия технического состояния ТУ требованиям нормативно-технических документов, определения возможности, условий и сроков дальнейшей безопасной эксплуатации ТУ;

- паспорта на технические устройства (при необходимости).

В соответствии со статьей 13 Федерального закона от 21.07.1997 г.

№ 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» экспертизе промышленной безопасности подлежат здания и сооружения на опасном производственном объекте.

Экспертиза зданий и сооружений проводится для проверки соответствия здания требованиям нормативных документов по промышленной безопасности:

- при обнаружении дефектов и повреждений при периодических и внеочередных осмотрах;
- после пожаров и стихийных бедствий;
- после аварий в цехе или цехах аналогичных производств;
- по предписанию органов Ростехнадзора;
- при изменении технологии производства или его консервации;
- при необходимости заключения о состоянии промышленных зданий и сооружений для получения лицензии на эксплуатацию производств и объектов;
- при истечении сроков обследования или нормативных сроков эксплуатации;
- при изменении владельца;
- при определении экономической целесообразности ремонта или реконструкции;
- при увеличении нормируемых природно-климатических воздействий (сейсмические, снеговые, ветровые).

Результатом работы является:

Заключение экспертизы промышленной безопасности на здание или сооружение, зарегистрированное в Ростехнадзоре.

В соответствии со статьей 13 Федерального закона от 21.07.1997 г.

№ 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» экспертизе промышленной безопасности подлежат иные документы, связанные с эксплуатацией опасного производственного объекта.

1. Экспертиза промышленной безопасности Плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС).

2. Экспертиза промышленной безопасности иной документации, связанной с эксплуатацией ОПО с целью получения лицензии

(Федеральный закон от 8.08.2001 г. № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности»; Положение о лицензировании эксплуатации взрывопожароопасных производственных объектов (утв. ПП РФ от 12.08.2008 г. № 599); Положение о лицензировании эксплуатации химически опасных производственных объектов (утв. ПП РФ от 14 июля 2006 г. № 429). В рамках работ проводится:

- оценка достаточности нормативно-технической, исполнительной, эксплуатационной документации, связанной с эксплуатацией ОПО;

- методическая помощь в формировании пакета документов для получения лицензии на эксплуатацию ОПО.

3. Экспертиза промышленной безопасности иной документации с целью получения разрешения на применение конкретных видов (типов) технических устройств на опасных производственных объектах

(Приказ Ростехнадзора от 29.02.2008 г. № 112 «Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по исполнению государственной функции по выдаче разрешений на применение конкретных видов (типов) технических устройств на опасных производственных объектах»).

Сертификация технических средств и оборудования проводится в соответствии Постановления Правительства РФ от 15 сентября 2009 г. № 753 «Об утверждении технического регламента о безопасности машин и оборудования».

Результатом работы является:

Сертификат соответствия.

Разработка документации, связанной с эксплуатацией опасных производственных объектов:

В рамках работ проводится проверка наличия нормативно-технической, исполнительной, эксплуатационной документации объекта и соответствия ее требованиям промышленной безопасности, оценка соответствия объекта требованиям промышленной безопасности.

Результатом работы является:

Технический отчет с выдачей рекомендаций по приведению объекта в соответствие с требованиями промышленной безопасности.

В рамках работ проводится проверка наличия нормативно-технической, исполнительной, эксплуатационной документации объекта и соответствия ее требованиям промышленной безопасности, оценка соответствия объекта требованиям промышленной безопасности.

Результатом работы является:

Технический отчет с выдачей рекомендаций по приведению объекта в соответствие с требованиями промышленной безопасности.

В соответствии со статьей 14 Федерального закона от 21.07.1997 г.

№ 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» устанавливается обязательность разработки деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются вещества в количествах, указанных в приложении 2 к настоящему Федеральному закону.

В соответствии с ФЗ-116 от 21.07.1997 г. декларация промышленной безопасности ОПО подлежит экспертизе промышленной безопасности.

Результатом работы является:

- декларация промышленной безопасности;
- расчетно-пояснительная записка;
- информационный лист.

Анализ риска выполняется в соответствии с РД 03-418-01 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов.

Результатом работы является:

Отчет по анализу риска.

Технологические регламенты производства продукции разрабатываются на основании «Положения о технологических регламентах производства продукции на предприятиях химического комплекса» в соответствии с требованиями действующего законодательства и нормативной документации.

Технологические регламенты производства продукции на газопере-рабатывающих предприятиях Министерства нефтяной промышленности разрабатываются в соответствии с РД 39-0148306-417-89.

Результатом работы является:

Технологический регламент.

Разработка плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС), согласно статье 10 ФЗ-116 "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", необходима для организаций и предприятий, эксплуатирующих взрывопожароопасные и химически опасные производственные объекты, независимо от их организационно - правовой формы и формы собственности.

ПЛАС разрабатывается в соответствии с требованиями РД 09-536-03.

Результатом работы является:

- план локализации и ликвидации аварийных ситуаций (оперативная часть);
- расчетно-пояснительная записка к плану локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

В соответствии со ст. 10 Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» в целях обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана планировать и осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте.

Результатом работы является: План ликвидации аварий.

Разработка разделов «Промышленная безопасность» и «Анализ риска аварий» (Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ).

Проводится в составе проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, капитальный ремонт, техническое перевооружение ОПО, в случаях отступлений от требований норм и правил промышленной безопасности.

Результатом работы является:

Раздел «Промышленная безопасность», раздел «Анализ риска аварий».

В соответствии со статьей 9 Федерального закона от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана иметь на опасном производственном объекте нормативные правовые акты и нормативные технические документы, устанавливающие правила ведения работ на опасном производственном объекте.

Результатом работы является разработанная документация:

- инструкции;
- регламенты;
- положения;
- приказы.

5. Безопасность производственных процессов

5.1 Безопасность производств на стадии проектирования

5.1.1 Разработка, согласование, утверждение и состав проектной документации производственных объектов

Процесс разработки, согласования, утверждения, а также состав проектной документации (ПД) регламентируется «Инструкцией о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации» (СНиП 11-01-95).

Одним из основных разделов проектной документации на строительство объектов является технико-экономическое обоснование (ТЭО). На основании утвержденного технико-экономического обоснования разрабатывается рабочая документация.

Основным документом, регулирующим правовые и финансовые отношения сторон (заказчик □ исполнитель) является договор (контракт), неотъемлемой частью которого является задание на проектирование, которое составляется на основании обязательного «Перечня основных данных и требований» (16 позиций), среди которых 4 позиции посвящены вопросам безопасности:

- требования к качеству, конкурентоспособности и экологическим параметрам продукции;
- требования к природоохранным мерам;
- требования к режиму безопасности и гигиены труда;
- требования по разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны (ГО) и предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Вместе с заданием на проектирование заказчик выдаёт проектной организации соответствующие исходные данные.

Проектная документация разрабатывается в соответствии с государственными нормами, правилами и стандартами с учётом региональных и отраслевых особенностей. Если в процессе проектирования указанные документы изменяются, то заказчик и исполнитель ПД обязаны своевременно вносить в рабочую документацию изменения, связанные с введением в действие новых нормативных документов. Отступления от требований нормативных документов допускаются только при наличии разрешений органов, которые утвердили или ввели в действие эти документы.

Проектная документация согласовывается с теми органами государственного надзора и контроля, которым в процессе строительства, эксплуатации, реконструкции, технического перевооружения, консервации и ликвидации проектируемого объекта предстоит осуществлять надзорную деятельность. Разработанная документация подлежит государственной экспертизе.

Утверждение проектов производится в зависимости от источников финансирования следующим образом:

министерством РФ совместно с заинтересованными отраслевыми министерствами и ведомствами при финансировании из федерального бюджета;

органами государственного управления республик, краёв, областей, автономных образований, г.г. Москвы и Санкт-Петербурга при финансировании из их бюджетов;

непосредственно заказчиком при финансировании за счёт собственных финансовых ресурсов.

Проектная документация состоит из следующих разделов:

- общая пояснительная записка;
- генеральный план и транспорт;
- технологические решения;
- организация и условия труда работников;
- управление производством и предприятием;
- архитектурно-строительные решения;
- инженерное оборудование, сети и системы;
- организация строительства;
- охрана окружающей среды;
- инженерно-технические мероприятия ГО. Мероприятия по предупреждению ЧС;
- сметная документация;
- эффективность инвестиций.

5.2 Краткая характеристика некоторых разделов проекта

Общая пояснительная записка. В этом разделе приводятся основания для разработки проекта и исходные данные для проектирования. Дается краткая характеристика предприятия и входящих в него производств. Характеризуются сырье, потребности в воде, тепловой и электрической энергии. Рассматриваются вопросы комплексного использования сырья и энергоресурсов, образования и переработки отходов производства, социально-экономических и экологических условий района строительства. Приводятся основные показатели по генеральному плану, инженерным сетям и коммуникациям, инженерные меры по защите территории. Даются общие сведения по охране труда работников и санитарно-эпидемиологическим мероприятиям. В этом разделе приводятся сведения о проведенных согласованиях проектных решений и подтверждение соответствия проектной документации государственным нормам, стандартам, требованиям органов государственного надзора, исходным данным и т.п.

Генеральный план и транспорт. Разрабатывается ситуационный план размещения предприятия с указанием размещения существующих и проектируемых инженерных сетей и коммуникаций, селитебных территорий и границ санитарно-защитной зоны (СЗЗ) с учётом преобладающего направления ветра (розы ветров) в данной местности (чертежи и соответствующие описания их). Разрабатывается генеральный план размещения зданий, сооружений, коммуникаций, транспортных путей и т.п. на территории предприятия с учётом технологической целесообразности, санитарных и противопожарных требований, а также преобладающего направления ветра.

Разрабатываются мероприятия по благоустройству и озеленению территории (чертежи и соответствующие описания их).

Технологические решения. В данном разделе приводится краткая характеристика и обоснование решений по принятой технологии производства. Разрабатываются мероприятия по механизации и автоматизации технологического процесса. Приводится состав и обоснование выбора применяемого оборудования. Приводятся сведения о применении малоотходных и безотходных процессов и производств, рекуперации тепла и сырьевых материалов. Приводятся расчётные данные о количестве и составе отходов производства. Разрабатываются инженерно-экологические решения по предотвращению загрязнения окружающей природной среды (ОПС). Проводится априорная оценка возможности аварийных ситуаций и соответствующие решения по их предупреждению. Разрабатываются принципиальные технологические схемы производств (чертежи и соответствующие их описания). Разрабатываются схемы компоновки технологического оборудования и коммуникаций (чертежи и соответствующие их описания).

Организация и условия труда работников. Данный раздел посвящён разработке организационных и инженерных решений по охране труда работников проектируемого предприятия. Разрабатываются мероприятия по следующим направлениям: организация работ по охране труда; система управления охраной труда; гигиена труда и производственная санитария; техника безопасности; электробезопасность; пожарная безопасность; компенсация возможного негативного воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов.

Архитектурно – строительные решения. В этой части проекта приводятся сведения об инженерно – геологических, гидрогеологических и сейсмических условиях площадки строительства. Разрабатываются решения по снижению производственного шума и вибрации (за счёт применения соответствующих строительных материалов и конструкций), обеспечению естественного освещения помещений, санитарно-бытовому обслуживанию работающих. Разрабатываются мероприятия по пожаро-, взрыво- и электробезопасности (за счёт применения соответствующих строительных материалов и конструкций, а также планировочных решений). Разрабатываются планировочные решения по обеспечению принятой в технологической части компоновки оборудования (планы и разрезы основных производственных зданий). Разрабатываются инженерно-строительные мероприятия по повышению устойчивости зданий и сооружений в условиях ЧС.

Инженерное оборудование, сети и системы. Разрабатываются инженерные решения по обеспечению производственного и санитарно-бытового водоснабжения, канализации, тепло-, газо- и электроснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (чертежи, соответствующие расчёты и описания). Принимаются решения по обеспечению электроосвещения, связи, сигнализации, радиофикации и телевидения, противопожарных устройств, молниезащите и др. (схемы, чертежи, расчёты и описания)

Охрана окружающей среды. Разрабатываются мероприятия по снижению выбросов в атмосферу и сбросов в водоёмы газообразных и жидких, а также размещению на почве твёрдофазных отходов производства. Принимаются или разрабатываются соответствующие очистные сооружения, обеспечивающие санитарно-гигиенические и экологические нормативы (обоснования, расчёты, схемы, чертежи).

6. Устройство предприятий и цехов

6.1 Территория промышленного предприятия

Территория предприятия должна быть расположена по отношению к ближайшему жилому массиву с подветренной стороны (согласно розе ветров в данной местности) на расстоянии равном ширине санитарно-защитной зоны. Санитарно-защитная зона принимается в соответствии с требованием СанПиН. Застройка территории должна производиться по принципу: здания с более вредными выделениями газов, паров, пыли и др. негативных факторов должны располагаться с подветренной стороны по отношению к зданиям с менее вредными выделениями. Расстояние между соседними зданиями определяются санитарными и противопожарными нормами и увеличиваются с возрастанием соответствующей опасности. Разрывы между зданиями с мощными источниками шума ($L_A > 85$ дБА) и другими зданиями должны быть не менее 100 м (компрессорные, дробильные отделения и т.п.). Для обеспечения безопасности транспортных потоков устраиваются магистральные

дороги шириной от 6 до 9 м между рядами зданий, а также подъезды к каждому зданию. В целях обеспечения пожарной безопасности количество подъездов к каждому зданию должно быть не менее 2-х или устраиваются подъезды по всей длине здания; на территории предприятия проектом предусматриваются пожарные гидранты и искусственный или естественный водоём. Для обеспечения эффективного отдыха работников на открытом воздухе в установленные перерывы в работе необходимо предусматривать оборудованные соответствующим образом зоны. Площадь, не занятая зданиями, сооружениями, дорогами и подъездами, озеленяется. Территория предприятия должна отвечать санитарным требованиям в отношении прямого солнечного облучения, естественного проветривания и отводов поверхностных и сточных вод (ровная открытая возвышенность с небольшим уклоном в одну сторону).

6.2 Устройство производственных зданий и помещений

При выборе типа производственных зданий следует отдавать предпочтение прямоугольным формам, т.к. при этом упрощается освещение и вентиляция входящих в них помещений. Конструкция зданий, число этажей и их площадь обуславливаются технологическим процессом, используемым оборудованием, наличием опасных и вредных производственных факторов и категорией взрывопожарной и пожарной опасности.

Объём и площадь помещений на каждого работающего должны быть соответственно не менее 15 м³ и 4,5 м² высота помещений должна быть не менее 3,2 м. Все площадки на высоте >0,6 м от пола, лестницы, переходные мостики, проёмы, люки, канавы и т.п. ограждаются перилами высотой не менее 1,2 м со сплошной обшивкой нижней части на высоту не менее 0,2 м. Лестницы должны иметь уклон не более 40°. Полы помещений должны быть ровными без выступов и порогов, горизонтальными, нескользкими и отвечающими специфическим требованиям (химической стойкостью, отсутствие искрообразования и др.). Стены помещений должны быть хорошо звукоизолирующими и звукопоглощающими, но плохо сорбирующими вредные газы и пары из воздуха. Поверхность стен должна легко обеззараживаться путём мытья.

6.3 Устройство рабочих мест

Рабочее место (РМ) – часть территории помещения постоянного или периодического пребывания работников в процессе трудовой деятельности.

Рабочая зона (РЗ) – пространство, ограниченное высотой 2 м от уровня пола или площадки, на которых находится рабочее место.

Рабочее место может быть постоянным и непостоянным. Постоянным считается такое рабочее место, на котором работник находится более 50 % рабочей смены или более 2 часов непрерывно. Если работа производится в разных местах рабочей зоны, то постоянным рабочим местом считается вся РЗ.

Рабочее место человека-оператора рассчитывается на работу сидя, стоя и сидя-стоя попеременно. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, средства отображения информации (СОИ), органы управления и др.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы, т.е. требованиям эргономики.

Конструкция рабочего места должна обеспечить выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля человека как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Кроме того, при конструировании рабочего места и обслуживаемого оборудования должно быть обеспечено оптимальное положение работающего в пространстве путем регулирования высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног.

6.4 Производственная эстетика

Производственная эстетика (ПЭ) разрабатывает способы эмоционального и эстетического воздействия на человека в производственной обстановке.

В процессе трудовой деятельности у человека формируется определённый комплекс эмоций (чувства, переживания, ощущения), а также художественная оценка производственной среды (совершенство форм оборудования, цветовая гамма окрашенных поверхностей и т.п.). В совокупности указанные факторы могут как стимулировать повышение работоспособности и производительности труда, так и угнетать их.

Одним из основных направлений производственной эстетики является использование цвета как фактора, формирующего эстетическое отношение к труду. Это достигается рациональной окраской помещения и оборудования.

Производственная эстетика относится не только к рабочим местам и к интерьеру помещения, но и к территории предприятия и прилегающим к нему зонам города. Решить эти проблемы производственной эстетики можно с помощью архитектурно-художественных средств и технической эстетики (художественное конструирование и размещение оборудования, конструкция и размещение органов управления и т.п.).

6.5 Вспомогательные здания и помещения

Каждое предприятие в своём составе должно иметь 5 групп вспомогательных зданий и помещений:

- санитарно-бытовые помещения и устройства (гардеробные, душевые и др.);
- помещения общественного питания (столовые, пункты приёма пищи и др.);
- помещения медицинского обслуживания (медпункт, медсанчасть и др.);
- помещения культурного обслуживания (клуб, спортзал и др.);
- помещения управления и общественных организаций (дирекция, отдел охраны труда, бухгалтерия, профком и др.).

В основу выбора состава и количества бытовых помещений и устройств положена санитарная характеристика производственных процессов. Все производственные процессы в зависимости от характера и степени воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов делятся на 4 санитарные группы, каждая из которых подразделяется на подгруппы, детализирующие степень воздействия ОВПФ.

I группа – производственные процессы в условиях нормативного микроклимата (оптимальный и допустимый) при отсутствии выделений пыли и вредных газов и паров.

II группа – производственные процессы при неблагоприятном микроклимате или при пылевыведениях, а также при напряжённой физической работе.

III группа – производственные процессы с резко выраженными факторами вредного воздействия токсических веществ и загрязнения рабочей одежды (соединения мышьяка, ртути, фосфора и др. в условиях превышения их ПДК).

IV группа – производственные процессы, требующие особого режима для обеспечения качества продукции (производство пищевых продуктов, стерильных материалов, изделий радиоэлектроники и др.).

Расчёт площадей санитарно-бытовых помещений и количества соответствующих устройств производится для наиболее многочисленной смены, кроме гардеробных, которые рассчитываются на списочное число работающих, т.е. на весь персонал. Расчёт производится на основании требований нормативного документа ? .

При наличии профессий разных санитарных групп расчёт санитарно-бытовых помещений ведётся по нормам каждой группы, если же одна из групп составляет 70 % и более общего количества работающих, то расчёт производится по нормам для этой группы.

Независимо от санитарной группы производственных процессов при количестве персонала более 250 человек в наиболее многочисленную смену предусматриваются столовые, менее 250 человек – буфеты с доставкой горячей пищи из столовых, менее 30 человек – комнаты для приёма пищи. Комнаты для приёма пищи, приносимой из дома, должны иметь площадь не менее 12 м².

8. Безопасность производственного оборудования

8.1 Классификация производственного оборудования

По функциональному назначению производственное оборудование (ПО) подразделяется на универсальное, специализированное, специальное.

Универсальное (общезаводское) – ПО, применяемое в различных производствах. К нему относятся насосы, компрессоры, вентиляторы, газоочистное и пылеулавливающее оборудование, а также транспортные средства.

Специализированное – ПО, применяемое для проведения одного процесса различных модификаций: теплообменники, водонагревательные котлы и др.

Специальное – ПО, предназначенное для проведения только одного процесса: проходческий угледобывной комбайн, электрогенератор переменного тока, паровая турбина и др.

Вышеуказанные виды производственного оборудования относятся к основному технологическому оборудованию.

Вспомогательным производственным оборудованием принято считать ёмкости, резервуары, хранилища и т.п.

8.2 Требования к надёжности производственного оборудования

С укрупнением мощностей технологических агрегатов существенно повышаются требования к их надёжности и безопасной эксплуатации. Повышение надёжности производственного оборудования имеет особое значение, т.к. его эксплуатация в условиях топливно-энергетического комплекса (ТЭК) сопряжена с обработкой токсичных, пожаро- и взрывоопасных веществ и осуществляется при воздействии вибрации, ударов, высокой температуры, агрессивной среды и других опасных факторов.

Под надёжностью понимают свойство оборудования выполнять заданные функции при сохранении эксплуатационных показателей в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки.

Надёжность обуславливается безотказностью, долговечностью и ремонтпригодностью.

Безотказность – свойство системы непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или при выполнении определённого объёма работ в заданных условиях эксплуатации.

Отказ – событие, характеризующееся полной или частичной утратой работоспособности оборудования. Отказы делятся на приработочные, внезапные (случайные) и износные (постепенные).

Приработочные отказы являются результатом дефекта элементов оборудования и ошибок, допущенных при его сборке и монтаже, поэтому после сборки и монтажа производственного оборудования необходимо время для его проверки в работе (приработка) – десятки и сотни часов. После окончания приработки, наступает период нормальной эксплуатации.

Внезапные (случайные) отказы происходят в период длительной эксплуатации оборудования (годы).

Износные отказы характерны в период приближения срока окончания эксплуатационной службы оборудования. Для предотвращения износных отказов необходимо производить профилактическую замену элементов ПО до наступления их износа.

Основная задача безопасной эксплуатации производственного оборудования – регулирование, вплоть до полной ликвидации, приработочных и износных отказов, а также создание условий для минимального проявления и быстрого устранения внезапных отказов.

Долговечность – свойство системы сохранять работоспособность до наступления предельного состояния, т.е. в течение всего периода эксплуатации при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Долговечность оборудования определяется технически и экономически целесообразными сроками его эксплуатации.

Экономически целесообразным пределом эксплуатации оборудования следует считать тот срок, когда предстоящие расходы на капитальный ремонт приближаются к стоимости нового ПО. При этом выгоднее приобрести новое оборудование, нежели ремонтировать старое, да и показатели нового оборудования в результате непрерывного технического прогресса значительно выше.

Ремонтпригодность – свойство системы приспосабливаться к предупреждению, отысканию и устранению в ней отказов и неисправностей, что достигается техническим обслуживанием и ремонтом. Производственное оборудование может быть ремонтируемым (восстанавливаемым) и неремонтируемым (невосстанавливаемым).

Ремонтируемым принято называть оборудование, работоспособность которого в случае отказа можно восстановить в данных условиях эксплуатации.

Неремонтируемым считается оборудование, работоспособность которого в случае отказа не восстанавливается вообще или в данных условиях эксплуатации.

Основные направления повышения надёжности производственного оборудования

Надёжность оборудования рассчитывают и закладывают при проектировании, обеспечивают при изготовлении и поддерживают в условиях эксплуатации.

При проектировании важное значение имеет выбор конструкционных материалов с учётом общих и специальных условий эксплуатации: давления, температуры, агрессивности среды и др. при этом необходимо упрощать кинематические схемы, уменьшать действующие в машинах динамические нагрузки, предусматривать средства защиты от перегрузок и т.п.

В процессе изготовления необходимо применять заготовки высокого качества, повышать сопротивление деталей износу, стремиться к повышению точности изготовления отдельных элементов и к тщательности их сборки.

При эксплуатации надёжность оборудования поддерживается строгим соблюдением заданных параметров режима работы, качественным текущим и профилактическим обслуживанием.

Одним из методов повышения надёжности оборудования является его резервирование – введение в систему добавочных (дублирующих) элементов, включаемых параллельно основным.

Поскольку резервирование значительно удорожает оборудование и его обслуживание, этот способ повышения надёжности применяется в том случае, когда нет более простых решений.

8.3 Требования безопасности, предъявляемые к основному производственному оборудованию

Несмотря на большое разнообразие технологического оборудования по назначению, устройству и особенностям эксплуатации, к нему предъявляются общие требования безопасности, соблюдение которых обеспечивает безопасность эксплуатации ПО. Эти требования сформулированы в ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

В соответствии с ГОСТом оборудование производственное должно удовлетворять требованиям безопасности при монтаже, эксплуатации, ремонте, транспортировании и хранении, при использовании отдельно или в составе комплексов и технологических систем.

В процессе эксплуатации производственное оборудование должно удовлетворять следующим требованиям:

- не загрязнять окружающую природную среду выбросами вредных веществ выше санитарных норм;
- должно быть пожаро- и взрывобезопасным;
- не создавать опасности в результате воздействия влажности, солнечной радиации, вибрации, экстремальных температур и давления, агрессивных веществ и др. негативных факторов.

Требования безопасности предъявляются к производственному оборудованию в течение всего срока службы, при этом его безопасность должна обеспечиваться следующими мерами:

- правильным выбором принципов действия, конструктивных схем, материалов, способов изготовления и др.;
- применением средств механизации, автоматизации и дистанционного управления;
- применением специальных средств защиты;
- выполнением эргономических требований;
- включением требований безопасности в техническую документацию на монтаж, эксплуатацию, ремонт, транспортирование и хранение.

В соответствии с требованиями ГОСТ на все основные группы оборудования производственного разрабатываются стандарты требований безопасности, включающие в себя следующие разделы:

1. Требования безопасности к основным элементам конструкции и системе управления.

Здесь отражаются требования безопасности, обусловленные особенностями назначения, устройства и работы данной группы производственного оборудования и его составных частей:

- предупреждение или снижение до нормативных величин возможного воздействия ОВПФ;
- устранение причин, способствующих возникновению ОВПФ;
- устройство органов управления;

- движущиеся, токоведущие и другие опасные части, подлежащие ограждению;
- допустимые значения шумовых и вибрационных характеристик, методы определения и средства защиты от них;
- допустимые уровни излучений и методы их контроля;
- допустимые температуры органов управления и наружных поверхностей оборудования;
- допустимые усилия на органах управления;
- наличие защитных блокировок, тормозных устройств и других средств защиты.

2. Требования к средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования.

В этом разделе стандартов отражаются требования, обусловленные особенностями конструкции, размещения, контроля работы и применения средств защиты (защитные ограждения, экраны, аспирация, блокировки, сигнализация, сигнальная окраска оборудования и его частей, предупредительные надписи и др.).

3. Требования безопасности, определяемые особенностями монтажных и ремонтных работ, транспортированием и хранением различных веществ.

Здесь отражаются требования к грузоподъёмным и транспортным устройствам, местам их размещения, массе поднимаемого или транспортируемого груза, грузозахватным средствам, устройствам фиксации перемещения грузов и другие требования, обеспечивающие безопасность указанных работ.

8.4 Требования к средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования, и сигнальным устройствам

Конструкция средств защиты должна обеспечивать возможность контроля выполнения ими своего назначения до начала и (или) в процессе функционирования оборудования.

Средства защиты должны выполнять своё назначение непрерывно в процессе работы ПО или при возникновении опасной ситуации. Действие средств защиты не должно прекращаться раньше, чем закончится действие ОВПФ. Отказ одного из средств защиты или его элемента не должен приводить к прекращению нормального функционирования других систем защиты.

Производственное оборудование, в состав которого входят средства защиты, требующие их включения до начала его работы и (или) выключения после окончания работы, должно иметь устройство, обеспечивающие такую последовательность.

Конструкция и расположение средств защиты не должны ограничивать технологические возможности оборудования, обеспечивая удобство его эксплуатации и технического обслуживания.

Если конструкция средств защиты снижает технологические возможности производственного оборудования, то приоритетным является требование обеспечения защиты обслуживающего персонала.

Форма, размеры, прочность и жёсткость защитного ограждения, его расположение относительно ограждаемых частей оборудования должны исключать воздействие на персонал ограждаемых частей ПО и выбросов материала, инструмента, обрабатываемых деталей и т.п. Конструкция защитного ограждения должна также удовлетворять следующим требованиям:

исключать возможность самопроизвольного перемещения из положения, обеспечивающего защиту, допуская перемещение (в случае необходимости) только с помощью специального инструмента, а также блокировки работы оборудования, если защитное ограждение переводится в положение, не обеспечивающее его защитные функции;

обеспечивать возможность выполнения персоналом рабочих операций, включая наблюдение за состоянием ограждаемых частей, если это необходимо;

не создавать дополнительных опасных ситуаций;

не снижать производительность труда.

Сигнальные устройства, предупреждающие об опасности должны быть выполнены и расположены так, чтобы их сигналы были хорошо различимы и слышны в производственной обстановке всему персоналу, которому угрожает опасность.

Части оборудования, представляющие опасность, должны быть окрашены в сигнальные цвета и обозначены соответствующим знаком безопасности, регламентируемым стандартами.

8.5 Конструкционные материалы производственного оборудования

Специфические условия работы производственного оборудования топливно-энергетического комплекса (высокие давление и температура, агрессивная среда, эрозия твёрдыми материалами, вибрация и др.) предъявляют высокие требования к выбору конструкционных материалов при его изготовлении.

Наряду с обычными требованиями высокой коррозионной стойкости в агрессивных средах (например, химический состав), одновременно предъявляются требования высокой механической прочности, жаростойкости и жаропрочности, устойчивости при знакопеременных или повторных нагрузках (циклической прочности), малой склонности к старению.

При выборе материалов для производственного оборудования, работающих под давлением при высоких температурах, необходимо учитывать, что механические свойства материалов существенно понижаются.

При статическом приложении нагрузки важными характеристиками для оценки прочности материала являются: предел текучести σ_T ; предел прочности σ_B ; модуль нормальной упругости E ; коэффициент Пуассона μ . Эти характеристики являются основными при расчётах на прочность деталей производственного оборудования, работающего под давлением и при высоких температурах.

При динамических нагрузках кроме указанных выше характеристик необходимо учитывать также и вязкость, которая для многих углеродистых и легированных сталей при низких температурах (< -40 °С) резко снижается.

Для оборудования, подверженного ударным и пульсирующим нагрузкам при низких температурах, например, следует применять металлы и сплавы с ударной вязкостью не $< 0,2$ МДж/м², а для деталей, имеющих концентраторы напряжений (болты, шпильки), рекомендуются материалы, у которых ударная вязкость в 2 раза выше.

При высоких температурах значительно снижаются основные показатели прочности металлов и сплавов. Кроме того, поведение металлов под нагрузкой при высоких температурах значительно отличается от такового при обычной температуре. Предел прочности σ_B и предел текучести σ_T зависят при этом от времени пребывания под нагрузкой и скорости нагружения, т.к. с ростом температуры металлы из упругого состояния переходят в упругопластическое и под нагрузкой непрерывно деформируются (явление ползучести). Температура, при которой начинается ползучесть, например у обычных углеродистых сталей, составляет ~ 375 °С, для низколегированных сталей ~ 525 °С, для жаропрочных ~ 1000 и $>$ °С.

Поскольку основным способом получения металлических неразъёмных соединений в ПО является сварка, хорошая свариваемость металлов является одним из основных и необходимых условий, определяющих пригодность их для безопасной эксплуатации оборудования.

Учитывая вышеизложенное, при изготовлении оборудования, отвечающего требованиям безопасной эксплуатации, к конструкционным материалам должны предъявляться следующие требования:

- достаточная коррозионная стойкость материала в агрессивной среде;
- достаточная механическая прочность при заданных давлении и температуре;
- наилучшая способность металла свариваться с обеспечением высоких механических и коррозионно-стойких свойств сварных соединений.

Для изготовления производственного оборудования ТЭК, как правило, применяются следующие стали:

– качественные, углеродистые конструкционные – обозначают их двумя цифрами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях %, например, Ст20. Если такие стали можно применять в котельных установках, работающих при высоких температурах, то к этому обозначению добавляется буква К (Ст20К).

– легированные – обозначают комплексом букв и цифр, причём первые две цифры указывают содержание углерода в сотых долях % масс (отсутствие цифр означает, что среднее содержание углерода $\sim 0,01$), затем последовательно идут буквы, означающие наличие в стали конкретного легирующего элемента, а за каждой буквой одной или двумя цифрами указывается

примерное содержание данного элемента в % масс (отсутствие цифр означает, что содержание элемента не > 1,5).

Для обозначения легирующих элементов в марках стали применяются следующие буквенные обозначения: Г – марганец; С – кремний; Х – хром; Н – никель; М – молибден;

В – вольфрам; Ф – ванадий; Т – титан; Д – медь; Ю – алюминий; Б – ниобий; Р – бор; А – азот (в конце обозначения буква А не ставится).

Наличие в конце обозначения марки стали буквы А означает высококачественную сталь, а цифры Ш (через дефис) – особо высококачественную сталь.

Например, высококачественная сталь марки Х18Н10ТА (нержавеющая) означает состав (% масс): углерода – 0,01; хрома – 18; никеля – 10; титана – 1,5.

8.6 Снижение шума и вибрации производственного оборудования

8.6.1 Снижение шума и вибрации в подшипниковых узлах

Наиболее широкое применение в конструкциях производственного оборудования нашли подшипники качения. Уровни шума и вибрации, генерируемые при работе таких подшипников, зависят от многих факторов (размера, частоты вращения вала, типа тел вращения и др.). При выборе подшипников необходимо учитывать, что уровни шума и вибрации возрастают на 1...2 дБ с увеличением номера, определяющего типоразмер подшипника. Уровень звукового давления от работы роликовых подшипников на 1...3 дБ сильнее такового шариковых подшипников при прочих равных условиях. Уровень виброускорения в роликовых подшипниках превышает таковой у шариковых на 4...6 дБ. Если класс точности изготовления подшипников увеличивается, то уровни шума и вибрации уменьшаются.

Увеличение частоты вращения вала подшипников ведёт к увеличению уровня звукового давления на величину ΔL , дБ, определяемую по формуле:

$$\Delta L = 23.3 \lg(n_2/n_1), \quad (11)$$

где n_1 , n_2 – соответственно начальная и конечная частоты вращения вала, s^{-1} .

Значительное влияние на генерацию шума и вибрации оказывает тип и качество смазки.

Шум и вибрация в подшипниковых узлах значительно снижаются при применении специальных вкладышей с высоким коэффициентом затухания колебаний (металловолоконистые, резиновые, пластмассовые). Это происходит благодаря компенсации несовершенства геометрии посадочных мест и виброизоляции корпуса оборудования от подшипника. Суммарный эффект при этом достигается ~ 12...15 дБ.

Значительное влияние на генерируемые уровни шума и вибрации оказывают условия монтажных работ, так различные осевые сдвиги и перекосы установки подшипников в оборудование могут увеличить уровни звукового давления и виброскорости на 13...16 дБ.

Для снижения уровней шума и вибрации в ПО с опорными узлами на основе подшипников качения рекомендуются следующие меры:

- выбирать подшипники минимально необходимых размеров;
- применять однорядные шарикоподшипники;
- применять самоустанавливающиеся опоры;
- применять упругие вкладыши из вибродемпфирующих материалов;
- обеспечивать соосность посадочных мест на валу и в корпусе подшипникового узла;
- обеспечить минимальный радиальный зазор между подшипником и корпусом узла;
- обеспечить параметры шероховатости посадочных мест в соответствии с классом точности выбранного подшипника;
- заполнять камеры подшипниковых узлов смазочным материалом (на 50 %).

8.6.2 Снижение уровней шума и вибрации в зубчатых передачах и редукторах

Шум и вибрация в таких системах возникают как в результате деформации сопрягаемых зубьев под действием передаваемой мощности, так и вследствие динамических процессов, обусловленных дефектами, допущенными при изготовлении и монтаже зубчатых передач. На величину излучаемых шума и вибрации здесь влияют частота вращения валов и передаваемая мощность. Так, например, при двукратном увеличении этих параметров уровень звукового давления возрастает на 5...7 дБ. Снижение уровня генерируемого шума в этом случае возможно за счёт

применения: двухступенчатых передач той же мощности; косозубых передач; уменьшения диаметра шестерен и др. Эти меры могут дать снижение уровня звукового давления на 3...6 дБ.

Большое значение для генерации шума имеет материал зубчатых колёс и его термообработка. Например, замена стали на чугун снижает уровни звукового давления на 3...5 дБ; закалка и другие виды термообработки, наоборот, ведут к увеличению уровня звукового давления на 4...6 дБ, т.к. при этом возрастают деформации зубчатых колёс. На величину генерируемого шума также влияет наличие смазочного материала (отсутствие его или наличие могут изменять величину уровня звукового давления в диапазоне $\pm 10...15$ дБ).

Ориентировочно уровень звукового давления L , дБ, генерируемый силовой зубчатой передачей можно определить по формуле:

$$L = L_0 + 20 \lg u, (12)$$

где L_0 – поправка на уровень звукового давления, зависящая от качества изготовления зубчатых колёс, дБ (40...55 дБ);

u – окружная скорость вращения зубчатых колёс, м/с.

Шум в редукторах складывается из шума, возникшего в результате колебаний корпусов под действием вибрации, генерируемой при работе зубчатых передач, и шума, производимого воздухом, проникающим через неплотности в корпусе. Для снижения шума редукторов кроме выше приведенных рекомендаций целесообразно покрывать их корпуса звукопоглощающими материалами, а весь редуктор накрывать звукоизолирующим кожухом.

8.6.3 Снижение шума и вибрации, вызванных неуравновешенностью масс вращающихся деталей

Одной из причин возникновения вибрации и шума при работе производственного оборудования является неуравновешенность масс вращающихся деталей. При этом, в зависимости от взаимного расположения осей инерции и вращения, различают статическую и динамическую неуравновешенность.

Статическая неуравновешенность вызвана разностью масс конструктивных элементов, находящихся на диаметрально противоположных сторонах детали, а также кривизной вала, несоосностью поверхности детали с поверхностью шеек вала. При этом суммарная ось инерции и ось вращения параллельны.

Динамическая неуравновешенность возникает при пересечении суммарной оси инерции с осью вращения не в центре масс детали, т.е. ось инерции и ось вращения не параллельны друг другу.

Частота вибрации, вызванной неуравновешенностью масс вращающихся деталей, равна частоте их вращения.

Снижение уровней вибрации и сопровождающего её шума при этом достигается балансировкой вращающихся деталей.

Причиной вибрации (и соответственно шума) может быть также нарушение соосности валов оборудования и привода (например, электродвигателя). Снижение уровней вибрации и шума в этом случае достигается соответствующей центровкой валов.

8.6.4 Снижение шума газодинамических процессов

Основными причинами генерирования шума в газовых потоках являются вихревые процессы (турбулентность), колебания среды под действием рабочих органов оборудования, пульсация давления, а также колебания, вызванные неоднородностью газового пространства по его плотности. Снижение уровня звукового давления непосредственно в производственном оборудовании достигается увеличением зазора между деталями, находящимися в газовой струе, и улучшением газодинамических характеристик проточной части оборудования.

Значительное снижение шума достигается установкой специальных глушителей на всасывающих и выхлопных линиях компрессоров, вентиляторов и др. Глушители представляют собой цилиндрическое устройство с наполнением из стеклянного или базальтового волокна со средней объёмной плотностью ~ 20 кг/м³. Снижение уровня звукового давления при этом достигает 70 дБ на средних частотах (~ 2000 Гц) и 15...30 дБ на низких и высоких частотах. Принцип действия глушителя шума основан на явлении звукопоглощения.

8.6.5 Снижение вибрации производственного оборудования путём вибропоглощения и виброизоляции

Вибропоглощение. Принцип вибропоглощения заключается в уменьшении амплитуды колебаний аппарата (машины) или отдельных его частей за счёт облицовки вибрирующих поверхностей жёсткими и мягкими демпфирующими покрытиями. При этом энергия колебательного процесса переходит во внутреннюю энергию облицовки в результате трения между её отдельными частицами (доменами), которые имеют различную собственную частоту колебаний.

В качестве жёстких покрытий используются пластмассы с динамическим модулем упругости 100...1000 МПа, которые наиболее эффективны на низких и средних частотах (1... 1000 Гц).

Мягкие покрытия (резина, мягкие пластмассы, мастики и т. п. материалы) с динамическим модулем упругости ~10 МПа более эффективны на высоких частотах (> 1000 Гц).

Толщина вибропоглощающего слоя в обоих случаях составляет 2...3 толщины стенки защищаемого оборудования.

Виброизоляция. Принцип виброизоляции заключается в создании упругой связи между источником колебаний (машины и аппараты) и поддерживающей его конструкцией (опора, основание и др.) путём размещения между ними амортизаторов. В качестве амортизаторов используются стальные пружины или упругие прокладки из резины и других подобных материалов.

Эффективность виброизоляции характеризуется коэффициентом передачи действующей силы виброколебаний на основание (опору), определяемым по формуле

$$K = [(f/f_{oz})^2 - 1]^{-1} \quad (13)$$

где: f – частота колебаний системы (аппарат–опорная плита–виброизолятор) под действием возмущающей силы, Гц;

f_{oz} – собственная частота колебаний системы, Гц.

Из данного выражения следует:

1. При $f < f_{oz}$ система имеет такое упругое сопротивление, что сила виброколебаний полностью передаётся основанию;
2. При $f = f_{oz}$ возникает явление резонанса, при этом амплитуда колебаний резко возрастает;
3. При $f \geq \sqrt{2}f_{oz}$ система оказывает инерционное сопротивление, и эффективность виброизоляторов возрастает с увеличением частоты колебаний.

Таким образом условием надёжной работы виброизоляторов является обеспечение соотношения

$$f_{oz} = \frac{f}{\sqrt{2}} \quad (14)$$

9. Безопасность эксплуатации систем, работающих под давлением

9.1 Сосуды, работающие под давлением

Под сосудом понимается геометрически замкнутая ёмкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортировки газообразных, жидких и других веществ. Границей сосуда являются входные и выходные штуцера для подключения различных коммуникаций и устройств.

В зависимости от условий эксплуатации сосуды могут быть передвижными (для временного использования в различных местах или во время их перемещения) и стационарными (постоянно установленные в одном определённом месте).

Рабочее давление в сосуде может быть как избыточное (по отношению к атмосферному) внутреннее, так и избыточное наружное, возникающее при нормальном протекании рабочего процесса.

Чаще всего используются сосуды следующих видов:

баллон – сосуд, имеющий одну или две горловины для установки вентиля, фланцев или штуцеров, предназначенный для транспортировки, хранения и использования сжатых, сжиженных или растворённых под давлением газов;

бочка – сосуд цилиндрической или другой формы, который можно перекачивать с одного места на другое и ставить на торцы без дополнительных опор, предназначенный для транспортировки и хранения веществ, указанных выше;

цистерна – передвижной сосуд, постоянно установленный на раме ж/д вагона, на шасси автомобиля (прицепа) или других средствах передвижения, предназначенный для транспортировки и хранения веществ, указанных выше;

резервуар – стационарный сосуд, предназначенный для хранения веществ, указанных выше;

Конструкция сосуда должна обеспечить надёжность и безопасность эксплуатации в течение расчётного срока службы и предусматривать возможность проведения технического освидетельствования, очистки, промывки, полного опорожнения, продувки газом или паром, ремонта, эксплуатационного контроля состояния металла и соединений. Сосуд должен иметь необходимое количество люков и смотровых лючков для осмотра, очистки, ремонта, монтажа и демонтажа разборных внутренних устройств.

Сосуд должен быть изготовлен цельнокованным или сварным способом. Отверстия в стенках сосуда должны быть вне сварных соединений.

Материалы, применяемые для изготовления сосудов должны обеспечивать их надёжную работу в течение расчётного срока службы с учётом заданных условий эксплуатации (по величине давления, температуры, составу и др.).

В качестве материала для сосудов, работающих под давлением, используется сталь (углеродистая и легированная), цветные металлы и их сплавы. Неметаллические материалы могут применяться только с разрешения органов «Федеральной службы по технологическому, экологическому и атомному надзору РФ» (Ростехнадзор, РТН) на основании заключения специализированной организации.

Все сварные соединения сосудов, работающих под давлением, должны быть подвержены неразрушающему контролю на наличие в них дефектов.

9.1.1 Опасности, возникающие при эксплуатации сосудов, работающих под давлением

Основная опасность при эксплуатации сосудов заключается в возможности их разрушения при внезапном адиабатическом расширении газов и паров (физический взрыв). При физическом взрыве потенциальная энергия сжатой среды в течение малого промежутка времени реализуется в кинетическую энергию осколков разрушенного сосуда и ударную волну.

Особенно опасны взрывы сосудов, содержащих горючие вещества, так как при этом возникает химический взрыв, являющийся причиной пожара.

При взрывах сосудов развиваются большие мощности, что и является причиной сильных разрушений. Так, например, при разрыве сосуда $V = 1 \text{ м}^3$ со сжатым до $P = 1,2 \text{ МПа}$ воздухом с длительностью физического взрыва 0,1 с развивается мощность, равная 28 МВт.

Наиболее частыми причинами аварий сосудов, работающих под давлением, являются:

- несоответствие конструкции максимально допустимым давлению и температуре;
- превышение давления сверх предельного для данного сосуда;
- потеря механической прочности в результате внутренних дефектов, коррозии, местных перегревов и др.;
- несоблюдение установленного режима работы;
- низкая квалификация обслуживающего персонала;
- отсутствие технического надзора.

Так как наиболее часто на производствах топливно-энергетического комплекса используются баллоны для транспортирования, хранения и использования сжатых, сжиженных и растворённых газов, рассмотрим подробнее опасности, возникающие при их эксплуатации.

Взрывы баллонов возможны при повреждении корпуса в случае падения или удара по баллону, особенно при температуре $< -30 \text{ }^\circ\text{C}$, т. к. при этом повышается хрупкость стали. Взрыв может произойти и при повышении температуры из-за роста давления среды в баллоне.

Причиной взрыва может быть также переполнение баллона сжиженными газами из-за резкого повышения давления при росте температуры, что объясняется следующим образом. При

повышении температуры баллона, полностью заполненного сжиженным газом, величина возросшего при этом давления рассчитывается по формуле

$$p = \Delta t \cdot \alpha / \beta \quad (15)$$

где: Δt – диапазон повышения температуры содержимого баллона, град.;

α – коэффициент объёмного теплового расширения газа, содержащегося в баллоне;

β – коэффициент объёмного теплового сжатия сжиженного газа, содержащегося в баллоне;

Для большинства газов, используемых в промышленности, величина α больше β на порядок, что при повышении Δt на 10 градусов даёт прирост давления на 100 атм.

Взрывы баллонов, содержащих сжатый кислород возможны при попадании масел и других жировых веществ во внутреннюю полость вентиля или баллона за счёт применения, например, необезжиренных уплотняющих прокладок. В кислородной среде масла и жиры окисляются до пероксидов, которые разлагаются взрывным способом, кроме того масла и жиры в струе кислорода способны самовоспламеняться, что также приводит к взрыву баллонов.

Баллоны с водородом представляют опасность при загрязнении водорода, содержащегося в них, кислородом в количестве > 1 % об., т. к. при этом образуется взрывоопасная смесь, воспламеняющаяся в взрывной форме при наличии соответствующего импульса.

Баллоны с ацетиленом представляют опасность из-за возможности этого вещества разлагаться со взрывом в отсутствие кислорода при давлении $> 0,2$ МПа. Из-за этого обстоятельства баллоны с ацетиленом заполнены активированным углём, который пропитан ацетоном, что позволяет повысить давление газа в баллоне до 1,6 МПа.

Аварии баллонов происходят также по причине отсутствия сведений о веществе, содержащемся в них при полном расходовании его, а также отсутствия опознавательной окраски поверхности баллона и соответствующих надписей, в результате чего внутрь баллона может быть закачан или воздух или горючее вещество, что приведёт к образованию взрывоопасной смеси и взрыву при наличии соответственного импульса воспламенения.

Поскольку в баллонах могут содержаться и токсические вещества, при их разгерметизации существует также опасность отравления персонала токсическими веществами.

9.1.2 Основные меры безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением

Основные способы и средства безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением регламентируются нормативным документом «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (ПБ 03-576–03), которые распространяют своё действие на:

сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115 °С или других нетоксичных, невзрывопожароопасных жидкостей при температуре, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 МПа;

сосуды, работающие под давлением пара, газа или токсичных взрывопожароопасных жидкостей свыше 0,07 МПа;

баллоны, предназначенные для транспортировки и хранения сжатых, сжиженных и растворённых газов под давлением свыше 0,07 МПа;

цистерны и бочки для транспортировки и хранения сжатых и сжиженных газов; давление паров которых при температуре до 50 °С превышает давление 0,07 МПа;

цистерны и сосуды для транспортировки и хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа создаётся периодически для их опорожнения; барокамеры.

Для управления работой и обеспечения безопасной эксплуатации сосуда в зависимости от назначения в соответствии с требованиями ПБ 03-576–03 должны быть оснащены:

запорной или запорно-регулирующей арматурой;

приборами для измерения давления;

приборами для измерения температуры;

предохранительными устройствами;

указателями уровня жидкости.

Запорная и запорно-регулирующая арматура должна устанавливаться на штуцерах, присоединённых непосредственно к сосуду или на трубопроводах, подводящих и отводящих из него рабочую среду. На маховике запорной арматуры должно быть указано направление его вращения при открывании или закрывании прохода для содержимого сосуда с соответствующей надписью. Сосуды для горючих веществ и токсических веществ 1 или 2 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76, испарителей с огневым или газовым обогревом должны иметь обратный клапан на линии между запорной арматурой сосуда и насосом (компрессором), автоматически закрываемым давлением из сосуда, например, при отказе компримирующего устройства.

На каждом сосуде или его самостоятельной полости, имеющей другое давление, устанавливаются манометры прямого действия. Манометр устанавливается на штуцере сосуда или трубопроводе между сосудом и запорной арматурой. Между манометром и сосудом устанавливается трехходовой кран для периодической поверки прибора контрольным манометром. Манометры защищаются от воздействия агрессивной среды сосуда буферными жидкостями в сифонной трубке (например, маслом). Поверка манометра проводится не реже одного раза в год специализированными организациями (с последующим опломбированием), а не реже одного раза в шесть месяцев – владельцем сосуда с записью в соответствующий журнал.

Каждый сосуд (полость комбинированного сосуда) снабжается предохранительными устройствами от повышения давления выше допустимой величины. Такими устройствами являются:

- пружинные предохранительные клапаны;
- рычажно-грузовые клапаны;
- импульсные предохранительные устройства (ИПУ), состоящие из главного предохранительного клапана (ГПК) и управляющего импульсного клапана (ИПК) прямого действия;
- предохранительные устройства с разрушающимися мембранами (мембранные предохранительные устройства – МПУ);
- другие устройства, применение которых согласовано с Ростехнадзором.

Установка рычажно-грузовых клапанов на передвижных сосудах не допускается из-за нарушения работы их механизма за счёт инерционных эффектов, возникающих при неравномерном движении.

Отбор газов из сосудов на технологические и другие нужды производится через редуцирующие устройства, снижающие исходное давление до необходимой величины.

Для группы сосудов, работающих при одном и том же давлении, допускается установка одного редуцирующего устройства с манометром, предохранительным клапаном на общем, подводящем трубопроводе до первого ответвления к одному из сосудов. В этом случае установки предохранительного устройства на самих сосудах необязательна, если в них исключена возможность повышения давления.

Количество предохранительных клапанов, их размеры и пропускная способность должны быть выбраны по расчёту так, чтобы в сосуде не создавалось давление, превышающее расчётное более, чем на 0,05 МПа для сосудов с давлением до 0,3 МПа; на 15% – для сосудов с давлением от 0,3 до 6 МПа и на 10% – для сосудов с давлением > 6 МПа.

Сбрасываемые при срабатывании предохранительных устройств токсичные, взрыво- и пожароопасные технологические среды направляются в закрытые системы для дальнейшей утилизации.

Мембранные предохранительные устройства устанавливаются в следующих случаях:

- вместо рычажно-грузовых и пружинных предохранительных клапанов, когда последние в рабочих условиях не могут быть применимы вследствие их инерционности;
- перед предохранительными клапанами в случаях, когда они не могут работать надёжно, например, из-за коррозии, примерзания и др. причин или при возможных утечках через клапаны токсичных, горючих и др. опасных веществ;
- параллельно с предохранительными клапанами для увеличения пропускной способности системы сброса избыточного давления.

В сосудах, имеющих границу раздела фаз различных сред, устанавливаются указатели их уровня.

9.1.3 Установка, регистрация, техническое освидетельствование и разрешение на эксплуатацию сосудов, работающих под давлением

Установка сосудов. Устанавливаться сосуды должны на открытых площадках, где нет скопления людей или в отдельно стоящих зданиях. При невозможности обеспечения этих условий допускается установка сосудов:

- в помещениях, примыкающих к производственному зданию при разделении их капитальной стеной;
- заглублением в грунт при условии обеспечения доступа к арматуре и защиты стенок сосуда от почвенной и электрохимической коррозии.

Не допускается установка сосудов, работающих под давлением в жилых, общественных и бытовых зданиях, а также в примыкающих к ним помещениях.

Регистрация сосудов. Сосуды, на которые распространяются Правила ПБ 03-576-03, до пуска в работу регистрируются в органах Ростехнадзора. Регистрации не подлежат следующие сосуды:

сосуды, работающие при давлении $> 0,07$ МПа с рабочей средой, состоящей из взрывоопасных, пожароопасных или токсических веществ первого или второго класса опасности, у которых произведение давления в МПа (кг/см) на вместимость в м³ (л) не превышает 0,05 (500), а также сосуды с иной рабочей средой, у которых произведение давления на ёмкость $\leq 1,0$ (10000);

- резервуары воздушных электрических выключателей;
- бочки для перевозки сжиженных газов, баллоны ёмкостью до 100 л включительно, установленные стационарно, а также перемещающиеся в процессе эксплуатации;
- сосуды, для хранения или транспортировки сжиженных газов, жидкостей и сыпучих веществ, находящихся под давлением периодически при их опорожнении;
- сосуды со сжатыми и сжиженными газами, предназначенные для обеспечения топливом двигателей транспортных средств, на которых они установлены;
- сосуды, установленные в подземных горных выработках.

Регистрация сосудов производится на основании письменного заявления владельца сосуда с предоставлением следующих документов:

- паспорта, установленной формы;
- удостоверения о качестве монтажа;

схемы включения сосуда в технологическую линию, утвержденной руководителем организации, с указанием источника давления и величины его, температуры, рабочей среды, арматуры, контрольно-измерительных приборов (КИП), средств автоматического управления, предохранительных и блокирующих устройств.

паспорта предохранительного клапана с расчётом его пропускной способности.

Удостоверение о качестве монтажа предоставляется организацией его производившей и подписывается руководителями обеих сторон (монтажной организацией и организацией владельцем) с соответствующими печатями. В удостоверении должны быть приведены следующие данные:

наименования обеих организаций (монтажной и владельца);

- наименование организации изготовителя;
- заводской номер сосуда;
- сведения о материалах, примененных монтажной организацией, дополнительно указанных в паспорте сосуда;
- сведения о сварке, включающие вид сварки, тип и марку электродов, о термообработке и её режиме;
- фамилия, имя, отчество сварщиков, термистов и номера их квалификационных удостоверений;
- результаты испытаний контрольных стыков и их неразрушающего контроля;
- заключение о соответствии выполненных монтажных работ сосудов Правилам ПБ 03-576-03, проекту, техническим условиям, руководству по эксплуатации и пригодности к эксплуатации при указанных в паспорте параметрах.

Орган Ростехнадзора обязан в течение 5-ти дней рассмотреть представленную документацию. Если документация соответствует требованиям Правил ПБ 03-576-03, орган РТН в паспорте сосуда ставит штамп о регистрации, пломбирует документы и возвращает их владельцу сосуда. Отказ о регистрации сообщается владельцу сосуда в письменном виде с указанием причин отказа и ссылкой на соответствующие пункты Правил ПБ 03-576-03.

Если сосуд переустанавливается на новое место или вносятся изменения в схему его включения в технологическую линию, или сосуд передаётся другому владельцу, то до пуска в эксплуатацию сосуд должен быть перерегистрирован в органах Ростехнадзора.

Для снятия с учёта зарегистрированного сосуда его владелец предоставляет в орган РТН заявление с указанием соответствующих причин и паспорт сосуда.

Для регистрации сосудов, не имеющих технической документации изготовителя, паспорт сосуда может быть составлен специализированной организацией, имеющей лицензию Ростехнадзора на проведение экспертизы промышленной безопасности технических устройств.

Техническое освидетельствование. Сосуды, на которые распространяется действие Правил ПБ 03-576-03, подвергаются техническому освидетельствованию (ТО) после монтажа, до пуска в работу, периодически в процессе эксплуатации и в необходимых случаях – внеочередному освидетельствованию.

Объём, методы и периодичность технического освидетельствования сосудов (за исключением баллонов) определяются изготовителем и указываются в руководстве по эксплуатации. Если таких сведений нет, то техническое освидетельствование проводится в соответствии с требованиями ПБ 03-576-03.

Техническое освидетельствование включает в себя:

наружный и внутренний осмотры с целью проверки соответствия установки и оборудования сосудов требованиям Правил ПБ 03-576-03 и другой нормативной документации, а также обнаружения визуально определяемых повреждений (трещины, вздутия и т.п.);

гидравлическое испытание, осуществляемое с целью проверки прочности элементов сосудов и плотности соединений (проводится с установленной арматурой).

Перед техническим освидетельствованием сосуд останавливается, охлаждается (отогревается), освобождается от рабочей среды, отключается заглушками от всех коммуникаций. Металлические сосуды очищаются до металла.

Если в сосуде находились токсические вещества 1 или 2 класса опасности, перед внутренним осмотром проводится их нейтрализация и дегазация. Футеровка, изоляция и другие виды защиты сосуда от коррозии должны быть частично или полностью удалены, если имеются признаки их разрушения. Сосуды также отключаются от электрической сети.

В целом периодичность технического освидетельствования определяется условиями эксплуатации (например, передвижной или стационарный сосуд, постоянное избыточное давление или периодическое и др.), параметрами рабочей среды (сжатый или сжиженный газ, агрессивность по отношению к материалу сосуда и др.), свойствами материала, из которого он изготовлен (скорость коррозии по толщине материала в мм/г, металл или неметалл и др.)

Например, периодичность ТО для баллонов, не подлежащих регистрации в органах Ростехнадзора, составляет 5 лет, если скорость коррозии материала сосуда $\leq 0,1$ мм/г и 2 года, если скорость коррозии $> 0,1$ мм/г; если баллоны установлены стационарно, в том числе и на передвижных средствах, и в них хранятся некорродирующие газы (воздух, азот, аргон, гелий, обезвоженный углекислый газ и т.п.), то техническое освидетельствование проводится не реже 1 раза в 10 лет.

Внеочередное техническое освидетельствование сосудов, находящихся в эксплуатации, проводится в следующих случаях:

если сосуд не эксплуатировался больше 1 года;

если сосуд был демонтирован и установлен на новом месте;

если произведены ремонт или реконструкция сосуда;

перед наложением защитного покрытия на стенки сосуда;

после аварии сосуда или его элементов, работающих под давлением;

по требованию инспектора Ростехнадзора или ответственного лица по надзору за осуществлением производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Техническое освидетельствование сосудов, не регистрируемых в органах РТН, проводится лицом, ответственным за осуществление производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Первичное, периодическое и внеочередное техническое освидетельствование сосудов, зарегистрированных в органах РТН, проводится специалистом организации, имеющей лицензию Ростехнадзора на проведение экспертизы промышленной безопасности технических устройств опасных производственных объектов.

На сосудах, признанных по результатам ТО годными к дальнейшей эксплуатации наносятся при выдаче разрешения на эксплуатацию следующие сведения (на специальной табличке краской):

- регистрационный номер;
- разрешённое давление;
- число, месяц, год следующих наружного и внешнего осмотров и гидравлического

испытания.

Если при техническом освидетельствовании обнаружены дефекты, снижающие прочность сосуда, то эксплуатация его может быть разрешена при пониженных параметрах (давление и температура), при подтверждении этой возможности соответствующими расчётами. Если при техническом освидетельствовании установлено, что сосуд имеет дефекты, создающие опасные условия эксплуатации, то его эксплуатация запрещается.

Органам Ростехнадзора в исключительных случаях предоставляется право на продление до 3-х месяцев срока очередного технического освидетельствования, по обоснованному письменному ходатайству владельца сосуда.

Разрешение на ввод сосуда в эксплуатацию. После регистрации сосуда инспектором РТН выдаётся разрешение на ввод его в эксплуатацию на основании результатов технического освидетельствования и проверки организации обслуживания и надзора, при которой контролируется:

соответствие установки сосуда требованиям правил безопасности;

правильность включения сосуда в технологическую схему;

наличие аттестованного рабочего персонала и специалистов;

наличие должностных инструкций для лиц, ответственных за осуществление производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением, лиц, ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию конкретного сосуда;

наличие инструкции по режиму работы и безопасному обслуживанию, сменных журналов другой документации, предусмотренной Правилами ПБ 03-576-03.

Разрешение на ввод в эксплуатацию сосуда, не подлежащего регистрации в органах РТН, выдаётся лицом, назначенным приказом по организации (предприятию) для осуществления производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением, на основании документации изготовителя после технического освидетельствования и проверки организации обслуживания.

Разрешение на ввод в эксплуатацию сосуда записывается в его паспорте. Сосуд может быть включён в работу только после реализации рассмотренных выше требований.

9.1.4 Надзор, содержание, обслуживание и ремонт сосудов

Организация надзора. Владелец сосуда обязан обеспечить исправное состояние и безопасные условия его работы. Для этого на предприятии проводятся следующие организационные работы:

1. назначается приказом лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную работу сосуда из числа специалистов, прошедших проверку знаний Правил ПБ 03-576-03, а также лиц, ответственных за осуществление производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением, число которых зависит от количества сосудов, условий их эксплуатации и др. факторов;

2. назначается необходимое количество обслуживающего персонала, обученного и имеющего удостоверение на право работы с сосудами, работающими под давлением;

3. обеспечивается проведение технического освидетельствования и диагностики сосуда в установленные сроки;

4. определяется периодичность и порядок проверки знаний Правил ПБ 03-576–03 руководящими работниками и специалистами;

5. организуется периодическая проверка знаний персоналом инструкций по безопасному обслуживанию сосудов;

6. специалисты обеспечиваются Правилами ПБ 03-576–03 и руководящими указаниями по безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, а обслуживающий персонал – соответствующими инструкциями;

7. разрабатываются и утверждаются инструкции для ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосуда и ответственного за осуществление производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Содержание и обслуживание сосудов. К обслуживанию сосудов допускаются лица обученные, аттестованные и имеющие соответствующие удостоверения. Подготовка и проверка знаний персонала, обслуживающего сосуда, проводятся в учебных заведениях, а также на курсах, специально создаваемых на предприятии. Лицам, успешно сдавшим экзамен, выдаются удостоверения с указанием наименования и параметров рабочей среды сосуда, к обслуживанию которых они допускаются.

Аттестация персонала, обслуживающего сосуда с быстросъёмными крышками (реакторы), а также сосудов с токсическими веществами 1...4 классов опасности, проводится комиссией с участием инспектора Ростехнадзора, в остальных случаях его участие необязательно.

Периодическая проверка знаний персонала проводится не реже 1 раза в год.

Внеочередная проверка знаний персонала проводится в следующих случаях:

- при переходе на работу в другую организацию;
- при внесении изменений в инструкцию по режиму работы и безопасному обслуживанию сосуда;
- по требованию инспектора РТН.

При перерыве в работе по специальности > 1 года персонал после проверки знаний перед допуском к работе проходит стажировку для восстановления практических навыков.

Результаты проверки знаний персонала оформляются протоколом с отметкой в удостоверении.

Допуск персонала к самостоятельной работе оформляется приказом по предприятию или распоряжением по цеху.

Предприятием разрабатывается и утверждается инструкция по режиму работы и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Инструкция выдаётся персоналу под расписку и находится на рабочем месте.

Схемы включения сосудов в технологический процесс вывешиваются на рабочих местах.

Аварийная остановка работы сосудов, работающих под давлением. Сосуды, работающие под давлением, немедленно останавливаются в следующих случаях:

- давление в сосуде поднялось выше разрешённой величины и не снижается при принятии соответствующих мер персоналом;
- выявлены неисправности предохранительных устройств от повышения давления;
- обнаружены неплотности, выпучины и т.п. нарушения нормального состояния сосуда;
- неисправен рабочий манометр и невозможно определить величину давления в сосуде по другим приборам;
- снижен уровень жидкости ниже допустимой величины в сосуде с огневым обогревом;
- вышли из строя все указатели уровня жидкости;
- неисправны дополнительные блокировочные устройства;
- возник пожар, угрожающий нормальному состоянию сосуда;

Кроме этого аварийная остановка сосуда производится в случаях, указанных в инструкции по его безопасной эксплуатации, в которой также регламентируется порядок остановки.

Факт и причины аварийной остановки сосуда фиксируется в сменном журнале.

Ремонт сосудов. Для поддержания сосуда в исправном состоянии владелец его обязан своевременно в соответствии с утверждённым графиком проводить ремонт. Ремонт с применением сварки проводится по технологии изготовителя, конструкторской или ремонтной организацией, разработанной до начала работ. Результаты этой работы заносятся в паспорт сосуда.

До начала ремонтных работ сбрасывается (до атмосферного) давление, отсоединяются коммуникации с соответствующими заглушками, сосуд опорожняется.

При работе внутри сосуда для освещения его пространства применяются светильники, питающиеся переменным электрическим током с напряжением не больше 12 В, а если рабочая среда взрывоопасная, то и во взрывобезопасном исполнении. Если в сосуде рабочая среда – токсическое или взрывоопасное вещество, то после его удаления сосуд продувается инертным газом. Ремонтные работы внутри сосуда выполняются по наряду-допуску.

9.2 Безопасность эксплуатации компрессорных установок

9.2.1 Устройство и основные характеристики компрессорных установок

Компрессор представляет собой машину для повышения давления и перемещения газа. Компрессоры относятся к классу воздухо- и газодувных машин также как газодувки и вентиляторы.

В отличие от вентиляторов и газодувок в компрессоре газ в процессе сжатия охлаждается, а величина отношения давления нагнетания к давлению всасывания превышает 3,5.

По принципу сжатия компрессоры делятся на объёмные и динамические.

В объёмном компрессоре сжатие происходит в результате периодического уменьшения объёма, занимаемого газом. По виду рабочего органа объёмные компрессоры делятся на поршневые, мембранные и роторные.

В динамическом компрессоре сжатие происходит в результате непрерывного создания ускорений в потоке газа. По принципу действия динамические компрессоры делятся на турбинные (турбокомпрессоры) и струйные.

В зависимости от величины рабочего давления все компрессоры делятся на:

- вакуумные – начальное давление ниже атмосферного;
- низкого давления – конечное давление ≤ 1 МПа;
- среднего давления – конечное давление 1...10 МПа;
- высокого давления – конечное давление 10...100 МПа;
- сверхвысокого давления – конечное давление > 100 МПа.

Конечное давление может создаваться одной ступенью или последовательно несколькими ступенями сжатия. Под ступенью компрессора понимается совокупность элементов, обеспечивающих повышение давления и перемещение газа в определённых направлениях и интервале давлений. Ступень или группу ступеней компрессора, после которых газ направляется на охлаждение или потребителю, называется секцией компрессора.

Величиной рабочего давления, создаваемого компрессором обусловлены характеристики прочности ступени, конструкция клапанов, конструкционные материалы.

Компрессоры могут быть стационарными и передвижными, а в зависимости от компримируемой среды – воздушными, газовыми и холодильными.

В компрессорную установку наряду с компрессором входят:

- электропривод (как правило);
- межступенчатая и концевая теплообменная аппаратура;
- влагомаслоотделители;
- трубопроводы обвязки ступеней;
- средства автоматического контроля и регулирования параметров сжатия;
- средства защиты.

Поршневые компрессоры. Поршневые компрессоры являются машинами объёмного действия, в которых изменение объёма осуществляется поршнем, совершающим прямолинейное возвратно-поступательное движения в цилиндре.

Поршневые компрессоры могут быть одно-, двух- и многоцилиндровыми, а по расположению осей цилиндров в пространстве горизонтальными, вертикальными и угловыми (V-образные, W-образные, прямоугольные).

Горизонтальные поршневые компрессоры в зависимости от расположения цилиндров по отношению к оси коленчатого вала могут быть односторонними и оппозитными.

Поршневой компрессор состоит из следующих основных групп деталей: цилиндровой; механизма движений; вспомогательного оборудования.

В цилиндровую группу входят узлы цилиндра, поршня и уплотнения.

Группа деталей механизма движения включает в себя картер, коренной вал, крейцкопфы и шатуны.

Группа деталей вспомогательного оборудования состоит из узла смазки, фильтров, холодильников, влагомаслоотделителей, ресиверов, системы регулирования и защиты.

Вертикальные поршневые компрессоры занимают меньшую площадь, чем горизонтальные, а фундамент, воспринимающий вертикальные нагрузки, имеет меньшую массу.

Угловые поршневые компрессоры получили наибольшее распространение, благодаря лучшей компактности и меньшей массе по сравнению с предыдущими компрессорами.

Поршневые компрессоры наиболее часто применяются для получения сжатого воздуха.

Мембранные компрессоры. Мембранные компрессоры являются машинами объёмного действия, в которых изменение объёма достигается мембраной, совершающей колебательные движения. Мембрана полностью изолирует сжимаемый газ от окружающего пространства, предотвращая попадание масла и воды в компримируемую среду. Мембранные компрессоры применяются там, где требуется получение сжатого газа высокой чистоты (например, при компримировании O_2 , F_2 , Cl_2 и др. газов).

Недостатками мембранных компрессоров являются: малая частота вращения вала; большие габариты и масса; малая долговечность мембран.

Роторные компрессоры. Роторные компрессоры также являются машинами объёмного действия. Изменение объёма в них осуществляется ротором, совершающим вращательное движение.

В зависимости от конструкций рабочей камеры роторные компрессоры подразделяются на пластинчатые, жидкостно-кольцевые, винтовые, шестерёнчатые и роторно-поршневые.

Рабочая камера в пластинчатом компрессоре, например, образуется корпусом и эксцентрично расположенным по отношению к нему ротором, в котором имеются подвижные или гибкие пластины.

Турбокомпрессоры. В компрессорах этого типа ускорение газового потока происходит в результате его взаимодействия с вращающейся решёткой лопаток.

По направлению потока в меридиональной плоскости колеса турбокомпрессоры делятся на радиальные, осевые, диагональные и вихревые.

Если в радиальном компрессоре поток газа направлен от центра к периферии, его называют центробежным; если от периферии к центру – центростремительным.

В радиальных центробежных компрессорах давление газа создаётся действием центробежных сил, возникающих во вращающемся газовом потоке. По сравнению с поршневыми компрессорами центробежные турбокомпрессоры имеют следующие преимущества:

- газ не загрязняется смазочным маслом, т. к. оно подаётся только в подшипники;
- благодаря большей частоте вращения вала достигается большая производительность;
- практическое отсутствие вибрации позволяет сооружать облегченный фундамент;
- из-за равномерной подачи газа отпадает необходимость в ресиверах.

К недостаткам центробежных компрессоров можно отнести ухудшение технико-экономических показателей при увеличении степени сжатия, а также меньшая по сравнению с поршневыми компрессорами величина достигаемого давления газа (до 35 МПа).

Для достижения большей производительности турбокомпрессора по сжимаемому газу ($> 25 \text{ м}^3/\text{с}$) применяются осевые компрессоры, принцип действия которых заключается в превращении кинетической энергии движущегося газа в энергию давления на лопатках ротора и статора.

Осевые компрессоры имеют больший коэффициент полезного действия (КПД), меньшие массу и габариты по сравнению с радиальными компрессорами.

Струйные компрессоры. В струйных компрессорах ускорение газового потока происходит в результате смешения потоков разных удельных энергий. Сжатие пассивного газа, подаваемого под низким давлением, происходит за счёт кинетической энергии активного газа, подаваемого под высоким давлением. Таким образом, запас энергии активного газа используется для сжатия пассивного газа, в результате получается поток, расход которого больше, а давление меньше, чем у активного газа.

Экономичность струйного сжатия газов значительно ниже, нежели механического.

При сопоставлении технико-экономических показателей воздушных компрессоров различных типов одинаковой производительности следует, что поршневые компрессоры более экономичны, чем машины других типов, но уступают им по металлоёмкости, габаритам и надёжности.

Компрессоры двух основных типов – поршневые и турбинные – не конкурируют, а дополняют друг друга. Однако применение турбокомпрессоров предпочтительнее при производительности 15 м³/с и выше.

9.2.2 Опасности, возникающие при работе компрессорных установок

Основными источниками опасностей при эксплуатации компрессорных установок являются:

- повышенное (по сравнению с атмосферным) давление газа;
- разрежение (пониженное по сравнению с атмосферным давлением газа) на всасывающей линии (всасе);
- повышение температуры сжимаемого газа;
- возвратно-поступательное и вращательное движение рабочих органов;
- возможность ожигания отдельных компонентов сжимаемых газовых смесей;
- наличие в объёме сжатия горючих и токсичных веществ.

Высокое давление газа, создаваемое компрессором, способствует нарушению прочности материалов, из которых изготовлены детали ступеней. В результате нарушения прочности деталей возможно появление вздутий, трещин и т.п., что неизбежно приводит к физическому взрыву. Повышение давления газа происходит практически адиабатически, что ведёт к нагреванию сжимаемого газа и машины до высокой температуры (400 °С и >).

На всасывающей линии компрессорных установок давление газа стремится быть ниже атмосферного (разрежение), что при разгерметизации трубопроводов может привести к попаданию кислорода воздуха в компримируемый горючий газ, или горючих газов в компримируемый воздух. Данное обстоятельство способствует образованию взрывоопасной смеси в цилиндрах и полостях компрессоров, что при наличии высокой температуры приведёт к химическому взрыву.

Высокая температура сжимаемого газа кроме вышеуказанного явления приводит к уменьшению вязкости смазочного масла, что инициирует его распыление и усиление термического разложения. При этом выделяются водород, предельные и непредельные лёгкие углеводороды, в т.ч. ацетилен, а это способствует образованию взрывоопасных смесей, если компримируется воздух. Смазочное масло, разлагаясь при высокой температуре, способствует образованию так называемого нагара на стенках цилиндров, клапанных устройств и нагнетательных трубопроводов, представляющего собой твёрдые продукты разложения (углерод, смолы, кокс, асфальтены и др.). Нагар ведёт к увеличению трения между движущимися деталями, местным перегревам, заклиниванию поршней в цилиндрах поршневых компрессоров.

Возвратно-поступательное и вращательное движение рабочих органов компрессорных установок из-за неуравновешенности движущихся масс являются главной причиной генерирования вибрации. При этом вибрация представляет опасность как для самой компрессорной установки, так и для обслуживающего персонала. Для компрессорной установки вибрация опасна за счёт того, что уменьшает прочность материала и соединений деталей друг с другом во всех узлах машины. Для обслуживающего персонала вибрация опасна тем, что вызывает повышенное отложение солей в суставах, сужение кровеносных сосудов и, как следствие, повышение кровяного давления и др.

опасные для человека явления. Вибрация является также главной причиной генерирования шума с высокими уровнями звука (80 дБА и >), который приводит к нарушению нормального функционирования практически всех систем организма человека (тугоухость, снижение остроты зрения, гипертония, неврозы и др.).

При компримировании легкосжижаемых газов (NH_3 , Cl_2 , SO_2 , CO_2 и др.) возможно образование капель сжиженного газа, которые инициируют гидравлические удары, что вызывает эрозию и разрушение поршня и головки поршневого компрессора.

При компримировании горючих газов, кроме указанных выше опасностей, при разгерметизации ступеней компрессора и нагнетательных трубопроводов возможно образование взрывоопасных газоздушных смесей в объёме помещения, где размещается машина, что приводит к взрыву и разрушению не только компрессорной установки, но и помещения (здания).

При компримировании токсических веществ вышеуказанные неисправности в работе компрессорной установки могут привести к массовым отравлениям обслуживающего персонала и населения, т.к. концентрации этих веществ в воздухе могут превышать соответствующие ПДК.

При внезапной остановке компрессорной установки, например, при отключении электроэнергии, возможно поступление указанных выше веществ из ёмкостей, аппаратов и т.п. обратно в машину, а из неё в помещение, вызывая рассмотренные выше явления.

9.2.3 Основные способы и средства безопасной эксплуатации компрессорных установок

Безопасная эксплуатация компрессорных установок регламентируется следующими нормативными документами: «Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов» (ПБ 03-581-03); «Правила устройства и безопасной эксплуатации компрессорных установок с поршневыми компрессорами, работающими на взрывоопасных и вредных газах» (ПБ 03-582-03).

Для предотвращения аварий, связанных с превышением рабочего давления, на всех ступенях сжатия устанавливаются предохранительные клапаны. В тех случаях, когда предохранительный клапан не может работать надёжно (например, низкая пропускная способность) перед предохранительным клапаном устанавливается разрывная мембрана. Те и другие предохранительные устройства устанавливаются до запорной арматуры и до обратного клапана.

Для обеспечения надёжной смазки (особенно поршневых компрессорных установок) предусматривается подача масла под давлением специальными циркуляционными системами с циклической фильтрацией его в фильтрах. Все линии подачи масла в системе смазки цилиндров и сальников снабжаются обратными клапанами. На каждой ступени компримирования газа установлены манометры для контроля давления масла. Для смазки цилиндров и сальников газовых компрессорных установок применяются масла с температурой вспышки паров не менее, чем на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше температуры нагнетаемого газа. Как правило, температура вспышки паров компрессорных смазочных масел $> 200\text{ }^{\circ}\text{C}$, а температура самовоспламенения не менее $400\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для смазки кислородных компрессорных установок смазочные масла не применяются, а смазка таких машин осуществляется водно-глицериновой эмульсией (глицериновое мыло, 10 % раствор глицерина в воде).

Для смазки хлорных компрессорных установок применяется концентрированная серная кислота, которая в отличие от других веществ не подвергается хлорированию.

Многоступенчатые компрессорные установки имеют систему охлаждения сжимаемого газа после каждой ступени в специальных холодильниках-сепараторах, что предотвращает повышение температуры и газа и машины, а также попадание в цилиндры сниженных газовых компонентов.

Для сглаживания пульсаций давления сжатого газа между поршневым компрессором и магистралью устанавливаются буферные ёмкости и обратный клапан (между ёмкостью и компрессором). При этом буферные ёмкости (ресиверы) устанавливаются на открытой и ограждённой площадке и снабжены арматурой для спуска воды и масла, манометрами, предохранительными клапанами, лазами и люками.

В целях предотвращения образования взрывоопасных газовых смесей в цилиндрах и полостях компрессорных установок давление на всасе поддерживается выше атмосферного, а

система энергоснабжения машины заблокирована с состоянием линии всаса таким образом, что происходит отключение энергопитания электропривода при снижении давления на всасе ниже атмосферного или при наличии кислорода в поступающем газе.

Снижение генерируемой компрессорными установками вибрации достигается путём установки их на массивные фундаменты, а между ними – виброизоляторов.

На случай нарушения герметичности компрессорной установки предусматривается рабочая и аварийная вентиляция, включающаяся автоматически при превышении ПДК или НКРП в воздухе рабочей зоны.

Для контроля загазованности по ПДК и НКРП в производственных помещениях (рабочей зоне открытых наружных установок) предусматриваются средства автоматического газового анализа с сигнализацией о приближении концентраций опасных веществ к критическим значениям.

Для обеспечения безаварийной работы компрессорные установки снабжаются необходимыми контрольно-измерительными приборами (термометры, манометры, расходомеры и др.), а также звуковой и световой сигнализацией о нарушении эксплуатационных параметров.

Для обслуживающего персонала в помещении компрессорной устраивается звукоизолированная кабина, обеспечивающая необходимый обзор окружающего пространства. Уровень звука в кабине не должен превышать 80 дБА. Кабина должна быть оборудована средствами связи с технологически сопряженными с машиной помещениями. В кабине, как правило, размещаются щиты управления работой компрессорных установок.

Компрессорные установки размещаются в отдельно стоящих зданиях с подветренной стороны по отношению к другим зданиям предприятия. При этом в сторону других зданий должна быть ориентирована глухая стена компрессорной.

В целях предупреждения разрушения здания компрессорной при возможном взрыве крыша выполняется легкобросываемой, а остекление – ленточным. При этом должно соблюдаться условие: суммарная площадь окон, дверей и легкобросываемых панелей покрытий должна составлять не менее $0,05 \text{ м}^2$ на 1 м^3 объёма помещения компрессорной.

К обслуживанию компрессорных установок допускаются машинисты и аппаратчики, прошедшие специальную подготовку, аттестованные и имеющие соответствующие удостоверения на право эксплуатации этих опасных машин.

10. Безопасность эксплуатации грузоподъёмных машин

10.1 Общие сведения о грузоподъёмных машинах

Грузоподъёмные машины – машины циклического действия, предназначенные для подъёма и перемещения грузов на небольшие расстояния в пределах определённой площади промышленного предприятия.

По целевому применению грузоподъёмные машины (ГПМ) делятся на машины общего и специального назначения.

Грузоподъёмные машины общего назначения являются универсальными и предназначены для выполнения многообразных подъёмно-транспортных операций.

Грузоподъёмные машины специального назначения предназначены для выполнения подъёмно-транспортных работ при осуществлении конкретных технологических операций и процессов.

По конструктивному исполнению грузоподъёмные машины классифицируются на:

- подъёмные механизмы;
- подъёмники;
- грузоподъёмные краны;
- погрузчики;
- манипуляторы.

Подъёмные механизмы (домкраты, тали, лебёдки) – предназначены для подъёма грузов небольшой массы (до 10 т) на небольшую высоту (домкраты и тали), а также перемещения грузов на небольшие расстояния (лебёдки). Силовой привод у этих машин может быть ручным, пневматическим, гидравлическим и электрическим. Подъёмные механизмы применяются, как правило, при производстве строительно-монтажных работ.

Подъёмники – используются для подъёма груза и людей в специальных грузонесущих устройствах, движущихся по жёстким вертикальным (наклонным) направляющим или рельсовому пути. По способу передачи силового воздействия от привода к грузонесущим устройствам различают канатные, цепные, реечные, винтовые и плунжерные подъёмники. Подъёмники имеют, как правило, электрический привод, реже – гидравлический.

По назначению подъёмники подразделяются на:

- лифты – подъёмники непрерывного действия с вертикальным движением кабины или платформы по жёстким направляющим, установленным в ограждённой со всех сторон шахте;
- фуникулеры – подъёмники для перевозки грузов или пассажиров в вагонах, движущихся по наклонному рельсовому пути с канатной тягой;
- скиповые подъёмники – передвижные или стационарные установки для подъёма сыпучих грузов в скипах (специальных ковшах) по наклонным или вертикальным направляющим. Находят применение в шахтах, рудниках, карьерах и др.;
- строительные подъёмники – перемещающиеся по вертикальным направляющим платформы (кабины) с грузом (людьми) для доставки их на этажи строящихся зданий или сооружений.

Грузоподъёмные краны. Грузоподъёмные краны (ГК) являются наиболее распространённым средством механизации погрузочно-разгрузочных работ на промышленных предприятиях. ГК классифицируются:

- по конструктивному исполнению (мостового типа, стрелового типа, самоходные и др.);
- по конструкции захватного устройства (крюковые, грейферные (для сыпучих материалов), магнитные и др.);
- по виду перемещения (стационарные и передвижные);
- по конструкции ходового устройства (рельсовые, гусеничные, канатные, шагающие, плавучие);
- по виду привода механизмов (ручные, электрические, гидравлические, пневматические и др.);
- по степени поворота стрелы (полноповоротные, неполноповоротные, неповоротные);
- по способу опирания (опорные и подвесные).

Погрузчики. Используются преимущественно для погрузки, разгрузки и транспортирования штучных и насыпных грузов. Погрузчики могут быть периодического действия (штучные и насыпные грузы) и непрерывного действия (для насыпных грузов). Наиболее распространены погрузчики, смонтированные на автомобильном шасси. При работах внутри помещений применяются электропогрузчики.

Роботы и манипуляторы. Робот – автоматическая машина, выполняющая двигательные и управляющие функции, заменяющие аналогичные функции человека при перемещении грузов. Грузоподъёмность роботов может достигать несколько тонн.

Манипуляторы – машины, используемые для механизации складских работ, при монтаже оборудования, для операций по установке тяжёлых деталей на металлообрабатывающие станки и в др. случаях.

10.2 Основные опасности, возникающие при эксплуатации грузоподъёмных машин

При эксплуатации грузоподъёмных машин могут возникать следующие опасности:

обрыв груза и его падение с высоты при неудовлетворительном состоянии грузозахватных устройств, при нарушении целостности тросов и канатов;

падение поднятого груза и самой ГПМ (например, грузоподъёмного крана) при потере устойчивости системы (за счёт ветрового напора, несбалансированности масс, схода с рельсового пути, превышения нормативной грузоподъёмности, при перерывах в подаче электроэнергии).

Все грузоподъёмные машины относятся к опасным производственным объектам.

10.3 Обеспечение безопасной эксплуатации грузоподъёмных машин

Для предотвращения доступа людей в опасную зону работы ГПМ устраиваются защитные ограждения. Ограждаются также все движущиеся доступные для прикосновения людьми органы и системы ГПМ (тросы и др.).

Для предотвращения падения груза при отказе приводных устройств (например, электродвигателей) применяются тормозные механизмы (стопорные, спусковые и др). Тормозные устройства используются также для предотвращения неконтролируемого перемещения ГПМ, например, по подкрановому рельсовому пути.

Для остановки неконтролируемого движения и их органов в крайних точках (по высоте, длине и др.) применяются концевые выключатели, отключающие энергоисточник при приближении ГПМ к опасной точке.

Широко применяются ограничители грузоподъёмности, автоматически отключающие механизм подъёма груза, масса которого более предельной на 10 %.

Кроме перечисленных применяются и другие специальные устройства, обеспечивающие безопасную эксплуатацию грузоподъёмных машин.

Наряду с предохранительными устройствами применяются также приборы безопасности, сигнализирующие персоналу о наличии или возникновении соответствующей опасности: указатели грузоподъёмности, сигнализаторы опасного электрического напряжения вблизи ГПМ, анемометры, предупреждающие об опасной скорости ветра и др.

Все грузоподъёмные машины подведомственны органам Ростехнадзора, также как и сосуды, работающие под давлением.

Стационарно установленные на предприятиях ГПМ подлежат регистрации, текущему надзору и техническому освидетельствованию.

Безопасная эксплуатация и техническое освидетельствование грузоподъёмных машин регламентируются следующими нормативными документами:

- ПБ 10-382–00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов»;
- ПБ 10-518–02 «Правила устройства и безопасной эксплуатации строительных подъёмников»;
- ПБ 10-6–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации подъёмников»;
- ПБ 10-558–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов»;
- ПОТ РМ 00–98 «Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов» и др.

В соответствии с указанными документами приводится полное или частичное техническое освидетельствование ГПМ.

Полное техническое освидетельствование – внешний осмотр, статическое и динамическое испытания ГПМ под нагрузкой.

Частичное техническое освидетельствование – только внешний осмотр ГПМ.

Полному техническому освидетельствованию подвергаются все ГПМ перед вводом в работу (первичное), а также периодически не реже 1 раза в 3 года.

Частичному техническому освидетельствованию ГПМ подвергаются каждые 12 месяцев.

Отдельно технически освидетельствуются грузозахватные приспособления.

Требования к персоналу, обслуживающему грузоподъёмные машины:

специальное обучение и аттестация;

наличие удостоверения на право эксплуатации ГПМ.

11. Безопасность эксплуатации котельных установок

11.1 Общие сведения о котельных установках

Котельная установка – комплекс устройств для получения водяного пара под давлением (или горячей воды). Котельная установка (КУ) состоит из следующих основных систем:

- котлоагрегата;
- газо- и воздухопроводов;
- трубопроводов пара и воды;
- арматуры (отключающие, регулирующие, соединительные и т.п. устройства);
- тягодутьевых устройств;
- сооружений водоподготовки и др.

Мощные котельные установки занимают помещения объёмом в сотни тысяч м³ и вырабатывают до 4 тысяч т пара в сутки.

Основным сооружением любой котельной установки является парогенератор – аппарат для производства водяного пара.

Парогенератор, в котором пар получают за счёт тепла сжигаемого органического топлива, называется паровым котлом, а при использовании электрической энергии – электрокотлом.

Паровой котел – устройство, имеющее топку для сжигания углеводородного топлива, предназначенное для получения пара с давлением выше атмосферного.

Современный паровой котел представляет собой агрегат, конструктивно объединяющий в себе комплекс устройств для получения пара под давлением или горячей воды за счёт сжигания топлива. Главной частью такого котлоагрегата является топочная камера с газоходами, в которых размещены поверхности нагрева, воспринимающие тепло продуктов сгорания топлива (пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель). Элементы котлоагрегата опираются на каркас и защищены от потерь тепла обмуровкой и теплоизоляцией.

В топочной камере происходит частичное сгорание топлива и частичное охлаждение продуктов сгорания, за счёт нагрева труб, покрывающих стены топочной камеры (топочные экраны), по которым циркулирует вода или пар. На выходе из топки газы имеют температуру ~ 1000 °С и на пути их движения устанавливаются пароперегреватели (трубчатые змеевики). После пароперегревателей температура газов составляет 700...600 °С и далее тепло от них отбирается в водяном экономайзере и воздухоподогревателе. Температура газов, после рассмотренных устройств снижается до 170...130 °С. Дальнейшее снижение температуры отходящих газов путём полезного использования их тепла препятствует конденсации паров воды и серной кислоты на рабочих поверхностях, приводящих к осаждению на них золы и коррозии.

Охлаждённые газы через систему золоулавливания и сероочистки выбрасываются из дымовой трубы в атмосферу. Твёрдые продукты сгорания топлива периодически или непрерывно удаляются из котлоагрегата и направляются в золошламонакопители.

Котлоагрегат, например, для энергоблока мощностью 300 МВт представляет собой постройка высотой > 50 м и в плане занимает площадь ~ 1000 м². На сооружение такого агрегата, расходуется ~ 4500 т металла, из которых ~ 33 % приходится на трубные системы, работающие под давлением > 2,5 МПа.

В качестве топлива в котлоагрегатах используются:

- природный газ;
- мазут;
- каменный уголь;
- горючие сланцы;
- торф.

11.2 Основные опасности, возникающие при эксплуатации котельных установок

Котельные установки относятся к опасным производственным объектам т.к. при их эксплуатации возможна реализация следующих потенциальных опасностей (основных):

- неконтролируемые взрывы газовоздушных и аэрозольных горючих систем;
 - физические взрывы систем, работающих под давлением;
 - разрушение трубопроводов с паром и горячей водой за счёт температурных градиентов, обусловленных отложением солей жёсткости (накипи) из нагреваемой воды на нагретых поверхностях;
 - генерирование вибрации и шума за счёт работы дробильных, размольных и транспортных агрегатов, а также тягодутьевых устройств;
 - опасность термических ожогов при контакте работающих с нагретыми поверхностями и паром;
 - загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы газообразными, аэрозольными, жидкими и твердыми отходами;
 - загрязнение окружающей природной среды неиспользованной теплотой отходящих газов, охлаждающей воды и твердофазных отходов.

11.3 Основные способы обеспечения безопасной эксплуатации котельных установок

С целью безопасной эксплуатации котельных установок применяется следующая арматура безопасности:

манометры, для контроля давления среды (воды, пара и др.);
предохранительные устройства для сброса избыточного давления рабочей среды (разрывные мембраны, предохранительные клапаны, и др.);
парозапорные вентили для отключения КУ от паровой магистрали;
водозапорные вентили (задвижки) для впуска воды в КУ и регулирование её количества;
обратный питательный клапан, предотвращающий пропуск воды из КУ обратно в питательную магистраль при аварии на питательном трубопроводе;
воздушные клапаны для удаления из КУ воздуха и др. газов.

Вся арматура должна иметь сертификаты (паспорта), где отражаются параметры эксплуатации, схемы включения в технологическую систему и др. сведения.

Соединения трубопроводов котельных установок выполняются фланцевыми или сварными. Котельные установки оборудуются также необходимой гарнитурой безопасности:

заслонки и шиберы для регулирования тяги и дутья;
лазы в обмуровке для осмотра топочной камеры, газоходов и др. поверхностей нагрева и футеровки;
предохранительные взрывные клапаны для защиты обмуровки и каркаса КУ от разрушений при взрывах горючей смеси в топке и газоходах;
затворы на шлаковых и золовых бункерах для удаления шлака и золы из топки, газоходов и др. мест.

В целях предупреждения взрывов автоматически контролируется температура топочных газов, пара и воды, причём системы контроля блокируются с питательными системами (по топливу и воде), которые отключаются при превышении критических величин температур.

Для обеспечения безопасности процесса розжига КУ предусматриваются автоматические системы контроля и регулирования подачи горючего на запальник и в топку.

Особое значение для безопасной эксплуатации КУ являются, умягчение питательной воды с целью предупреждения образования накипи на нагретых поверхностях. При умягчении (обессоливании) воды из неё удаляют соли жёсткости ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$; CaSO_4 ; MgSO_4 ; MgCl_2) обеспечивающие карбонатную и некарбонатную жёсткость воды.

Умягчение питательной воды производится при помощи ионообменных смол (катиониты и аниониты), а также реагентными методами (обработка кислотами с выпадением солей жёсткости в осадок).

Проектирование, эксплуатация, содержание и т.п. котельных установок подведомственны органам Ростехнадзора (котлонадзор).

Безопасная эксплуатация котельных установок регламентируется рядом нормативных документов:

ПБ 10-574–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов»;

ПБ 10-575–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации электрических котлов и электродкотельных»;

ПБ 10-573–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды»;

ПБ 03-576–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» и др.

12. Безопасность эксплуатации газового хозяйства предприятия

12.1 Назначение и общая характеристика газового хозяйства

Газовое хозяйство предприятия предназначено для обеспечения топливом котельных установок в целях отопления помещений и получения электроэнергии на тепловых электростанциях.

В качестве топлива могут использоваться природные газы газовых и нефтяных месторождений и сжиженные углеводородные газы (СУГ).

Газопроводы систем газоснабжения в зависимости от давления транспортируемого газа подразделяются на:

- газопроводы высокого давления 1-ой категории (0,6...1,2 МПа для природного газа; 0,6...1,6 МПа для СУГ);
- газопроводы высокого давления 2-ой категории (0,3...0,6 МПа);
- газопроводы среднего давления (0,005...0,3 МПа);
- газопроводы низкого давления ($\leq 0,005$ МПа).

Газопроводы на территории промышленного предприятия прокладываются, как правило, надземно. Подземная прокладка газопроводов должна быть обоснована с учётом коррозионной активности грунта, наличия блуждающих токов и др. факторов. Ввод газопроводов в здание должен производиться непосредственно в помещение, где находятся агрегаты, потребляющие газ, или ли в смежное с ним помещение при условии соединения этих пространств открытым проёмом. Вводы не должны проходить через фундаменты и под ними, через подвалы, вентиляционные камеры, трансформаторные подстанции, складские помещения, помещения, имеющие категории А и Б по пожаровзрывоопасности.

В системах газоснабжения для снижения давления газа устраиваются газорегуляторные пункты (установки) (ГРП, ГРУ). На газопроводах перед вводом в здание и газорегуляторным пунктом (ГРП) устанавливаются отключающие устройства (задвижки, вентили и т.п.). Газорегуляторные пункты оснащаются средствами автоматического контроля и регулирования расхода, температуры, давления и др. параметров, обеспечения бесперебойного газоснабжения производственных объектов.

12.2 Опасности, возникающие при эксплуатации газового хозяйства

Обращающиеся в системе газового хозяйства предприятия вещества являются токсичными и пожаровзрывоопасными. Природный газ представляет собой смесь различных веществ (метан, диоксид углерода, азот, сероводород и др.), сжиженные углеводородные газы чаще всего представлены пропаном. В природном газе всех месторождений России преобладает метан (~ 90 % об.). Функциональное токсическое действие на организм человека основных компонентов природного и сжиженного углеводородного газов заключается в угнетении функций центральной нервной системы.

Особая опасность природного и сжиженного углеводородного газов заключается в их горючих свойствах, т.к. их смеси с воздухом легко взрываются при наличии импульса воспламенения. Взрывы таких смесей в помещениях могут создавать избыточное давление воздуха значительно более 5 кПа, что приводит к разрушениям оборудования, зданий, а также человеческим жертвам.

При эксплуатации газового хозяйства возможны также и физические взрывы за счёт повышенного давления транспортируемых по газопроводам веществ.

12.3 Основные способы безопасной эксплуатации газового хозяйства предприятий

Поскольку описанные выше опасные вещества содержатся в трубопроводах, оборудовании, приборах и т. п. газового хозяйства, необходимо обеспечивать их герметизацию. Наиболее предпочтительным способом герметизации в этом случае являются неразъёмные соединения элементов трубопроводов и оборудования путём сварки. При использовании разъёмных соединений предпочтение следует отдавать фланцевым соединениям. Для защиты оборудования газового хозяйства, расположенного на открытом воздухе или под землёй, от коррозии применяются специальные покрытия (краски, мастики и т.п.).

На случай аварийной ситуации в газовом хозяйстве, например, разгерметизация газового отопительного прибора, на питательных газопроводах устанавливаются быстродействующие отсечные клапаны, отключающие поток топлива за время не превышающее 3 с. Отсечные клапаны устанавливаются после запорного устройства (на входе газопровода в систему) перед газораспределительным пунктом и на отводах газопровода к потребителям после ГРП.

Для предотвращения физических взрывов, инициируемых высоким давлением газа, в газораспределительном пункте устанавливается 2 и более предохранительных сбросных клапана

(ПСК). Сбросные трубопроводы от ПСК выводятся наружу на высоту не менее 2 м от конька крыши здания и не менее 5 м от поверхности земли.

На газопроводах перед каждым потребителем последовательно устанавливаются 2 запорных устройства, а между ними – продувочный трубопровод (свеча безопасности).

В целях предупреждения проявления импульсов воспламенения всё электрооборудование газорегуляторных устройств, газораспределительных пунктов, средств автоматического контроля и регулирования параметров изготавливается во взрывобезопасном исполнении.

Защита от опасностей на производстве

(от ионизирующих излучений, АХОВ, вибраций, шума, ультра- и инфразвуков, от электромагнитных полей и лазерного излучения).

Одной из важнейших проблем обеспечения безопасности человека является снижение негативного воздействия технических систем на человека и окружающую среду. Для ее разрешения необходимо:

- провести идентификацию и анализ опасных и вредных факторов, имеющих место в системе «человек—техническая система-окружающая среда»;
- разработать систему защитных мероприятий, которые давали бы наибольший эффект защиты при оптимальных затратах на их реализацию.

В зависимости от поставленной конечной цели система «человек – техническая система — окружающая среда» должна рассматриваться на различных уровнях. Если конечной целью является снижение уровня профессиональных заболеваний и травматизма работающих на производстве, то необходимо рассматривать систему «оператор — объект технической системы (оборудование, инструмент и (или) технологический процесс) — производственная среда на рабочем месте». В случае, когда целью является защита населения, рассмотрению подлежит система «человек — техническая система — объект техносферы (предприятие, транспорт, энергетическая система, инженерное сооружение и др.) — окружающая среда (техносфера или природная среда)».

Идентификация опасностей технических систем предполагает:

- выявление конкретных источников опасности;
- определение номенклатуры опасных и вредных факторов, характерных для технической системы;
- определение уровня опасных и вредных факторов (массы выбросов и сбросов вредных веществ от технической системы и отходов производства, а также интенсивности потоков энергии различных видов, излучаемых технической системой).

Анализ опасностей позволяет установить:

- причины проявления реальных опасных и вредных факторов;
- ЧП-инициаторы несчастных случаев или аварий оборудования;
- потенциальные чрезвычайные происшествия (ЧП) - несчастья;
- возможные негативные последствия воздействия опасных факторов на человека и объекты его среды обитания;
- качественные и количественные показатели риска объекта рассмотрения;
- размеры травмоопасных зон на рабочих местах или полей риска около аварийно-опасного объекта (технической системы);
- вид и номенклатуру защитных мероприятий и средств.

Одним из широко применяемых на практике методов анализа опасностей технических систем является причинно-следственный анализ, который позволяет выявить причины происшедшего ЧП, смоделировать потенциальное ЧП, составить план защитных мероприятий.

Чтобы изучить защиту от опасностей на производстве рассмотрим и проанализируем причины опасностей, а так же систему защитных мероприятий.

Производственный травматизм

Производственная травма представляет собой внезапное повреждение организма человека и потерю им трудоспособности, вызванную несчастным случаем на производстве. Повторение несчастных случаев, связанных с производством, называется «производственным травматизмом».

Производственные травмы подразделяются:

- по виду воздействия (механические, тепловые, химические, электрические и комбинированные);
- по количеству одновременно травмированных (индивидуальные и групповые — от 2 до 5, от 5 до 15 и более 15 чел.);
- по тяжести (случаи со смертельным исходом; с инвалидным исходом; с тяжелыми травмами, лечение которых позволяет восстановить работоспособность через длительное время — более 30 дней;
 - с травмами средней тяжести — срок реабилитации от 3 до 30 дней;
 - с легкими травмами — срок восстановления трудоспособности до 3 дней).

По статистическим данным, на промышленных предприятиях имеется следующее примерное распределение производственных травм **по частям тела**: голова, лицо, шея — 17,8 %; туловище — 15,0 %; верхние конечности — 28,7 %; нижние конечности — 38,5 %; а также распределение травм **по внешним факторам травмирования**: механические воздействия — 92,5 %; тепловые воздействия, вызвавшие ожоги, — 6,5 %; химические воздействия, вызвавшие острые отравления и ожоги, — 0,47 %; действие электрического тока, вызвавшее электроудары и ожоги, — 0,28 %; действие газов, вызвавшее острое отравление, удушье, — 0,25 %. Как видно из приведенного распределения, механические травмы являются преобладающим видом последствий несчастных случаев на предприятиях.

При анализе травматизма все рассматриваемые несчастные случаи группируются по классифицирующим признакам: виду травмирующих факторов; причинам; виду работ, при выполнении которых произошел несчастный случай; видам оборудования, явившегося источником травматизма, и др.

Наиболее общими причинами травматизма на промышленных предприятиях являются:

- конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов;
 - неисправность транспортных машин и технологического оборудования (механизмов, приспособлений, инструмента), в том числе повреждение или отсутствие средств защиты рабочих органов и передач;
 - неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, инженерных сетей и коммуникаций, а также их элементов;
 - несоблюдение технологической дисциплины;
 - нарушение правил движения транспортных средств по территории предприятия и внутри зданий (цехов);
- неудовлетворительная организация работ, в том числе неудовлетворительная организация и содержание рабочих мест, загромождение проходов, несоблюдение руководителями работ правил безопасности ведения работ;
 - несоблюдение работающими правил техники безопасности;
 - несоблюдение требований по освещенности рабочих мест;
 - неприменение работающими средств индивидуальной защиты;
 - недостатки в обучении работающих безопасным приемам труда и инструктировании — использование работающих не по специальности.

Опасные факторы всегда в той или иной мере имеют место при работе на технологическом оборудовании, выполнении различных ручных операций и приемов.

Защита от механического травмирования.

Для защиты человека от механического травмирования применяют два основных способа:

- обеспечение недоступности человека в опасные зоны;
- применение устройств, защищающих человека от опасного фактора.

Средства защиты от механического травмирования подразделяются на коллективные (СКЗ) и индивидуальные (СИЗ).

СКЗ делятся на:

- оградительные,
- предохранительные,

- тормозные устройства,
- устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления,
- знаки безопасности.

Оградительные устройства предназначены для предотвращения случайного попадания человека в опасную зону. Они применяются для изоляции движущихся частей машин, зон обработки станков, прессов, ударных элементов машин и т. д. от рабочей зоны. Оградительные устройства могут быть стационарными, подвижными и переносными; могут быть выполнены в виде защитных кожухов, дверцей, козырьков, барьеров, экранов. Оградительные устройства изготавливаются из металла, пластмасс, дерева и могут быть как сплошными, так и сетчатыми. На рис. 4.1 показано стационарное сетчатое ограждение опасной зоны промышленного робота. Вход в огражденную опасную зону осуществляется через дверцы, снабженные устройствами блокировки, останавливающими работу оборудования при их открытии.

Производственное оборудование и его отдельные узлы должны оснащаться защитными устройствами, исключающими:

- опасное соприкосновение работающих с движущимися элементами оборудования и режущим инструментом;
- вылет режущего инструмента, движущихся и обрабатываемых материалов в рабочую зону;
- травмирование работающих при установке и смене режущих инструментов;
- выход за установленные пределы подвижных частей оборудования (кареток, суппортов, тележек, столов и др.).

К защитным средствам относятся: дистанционное управление, ограждения, предохранительные устройства, концевые выключатели, блокировки, электрические предохранители, реле, сигнализация, ограничители числа оборотов, ловители, тормозные устройства, срезные штифты, обгонные муфты и другие устройства.

На одном и том же оборудовании может быть использовано несколько видов различных защитных устройств.

Органы управления оборудованием должны иметь удобные и безопасные для работы формы, размеры и поверхность, усилия для включения органов управления не должны превышать допустимых пределов.

Оборудование, при работе которого образуется пыль, мелкая стружка, вредные аэрозоли, газы должно оборудоваться отсосами, а в случае необходимости зона обработки должна закрываться кожухами.

Производственное оборудование или части его, представляющие опасность, а также трубопроводы воды, сжатого воздуха, различных газов должны окрашиваться в сигнальные цвета, установленные стандартом ГОСТ 12.4.026 ССБТ "*Цвета сигнальные и знаки безопасности*".

Стандартом установлены четыре сигнальных цвета:

- красный – "*Запрещение, непосредственная опасность, средство пожаротушения*";
- жёлтый – "*Предупреждение, возможная опасность*";
- зелёный – "*Предписание, безопасность*";
- синий – "*Указание, информация*".

Красный сигнальный цвет применяется для запрещающих знаков; надписей и символов на знаках пожарной безопасности; обозначения отключающих устройств механизмов и машин, в том числе аварийных; внутренних поверхностей открывающихся кожухов и корпусов, ограждающих движущиеся элементы механизмов и машин, и их крышек; рукояток кранов аварийного сброса давления; корпусов масляных выключателей, находящихся в рабочем положении под напряжением; обозначения пожарной техники и

Профилактика электротравматизма

Условия эксплуатации электрического оборудования с точки зрения безопасности труда коренным образом отличаются от условий эксплуатации другого оборудования. Электрический ток не имеет внешних признаков, и органы чувств человека не обнаруживают грозящей ему опасности. При эксплуатации, ремонте электрического оборудования очень важно соблюдать как технически

так и организационные требования безопасности.

Технические способы и средства защиты от поражения электрическим током. К наиболее распространенным техническим способам и средствам защиты относятся: изоляция токоведущих частей, ограждения, электрическое разделение сетей, применение малых напряжений, электрозащитные средства, сигнализация и знаки безопасности, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Изоляция токоведущих частей. Для обеспечения нормальной работы электроустановок защиты от поражения электрическим током применяется рабочая изоляция – электрическая изоляция токоведущих частей. Может предусматриваться также дополнительная изоляция для защиты в случае повреждения рабочей изоляции. Изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной, называется двойной изоляцией.

Оградительные устройства (ограждения). С целью исключения возможности прикосновения к токоведущим частям или приближения к ним на опасное расстояние применяют ограждения. Защитные ограждения должны обладать соответствующими электрическими и механическими свойствами. Они могут иметь различное конструктивное исполнение (сплошные, сетчатые). Ограждения должны сниматься или открываться специальным инструментом или ключом.

Электрическое разделение сетей. Разветвленные сети большой протяженности имеют значительные емкости и небольшие активные сопротивления изоляции относительно земли. Однофазное прикосновение в таких случаях весьма опасно. Электрическое разделение сети, т.е. разделение сети на отдельные, не связанные между собой участки, способствует резкому снижению опасности поражения электрическим током за счет уменьшения емкостной и активной проводимости. Для разделения сети применяются разделяющие трансформаторы, позволяющие изолировать электроприемники от сети, а также преобразователи частоты и выпрямительные устройства, которые связываются с питающей их сетью через трансформаторы.

Применение малых напряжений. Малым называется номинальное напряжение не более 50 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током. Малые напряжения используются для питания электрифицированного инструмента, переносных светильников местного освещения в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных.

Электрозащитные средства. По назначению электрозащитные средства условно разделяются на изолирующие, ограждающие и вспомогательные.

Изолирующие средства служат для изоляции человека от токоведущих частей. В свою очередь, они подразделяются на основные и дополнительные. К основным относятся средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок. Они позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. К основным изолирующим средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся изолирующие штанги, изолирующие и электромагнитные клещи, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, указатели напряжения.

К дополнительным относятся средства защиты, которые сами по себе не обеспечивают защиту от поражения током, а применяются совместно с основными средствами. В электроустановках напряжением до 1000 В к дополнительным средствам защиты относятся диэлектрические галоши и коврики, изолирующие подставки.

Ограждающие средства служат для временного ограждения токоведущих частей, а также предупреждения ошибочных операций с коммутационной аппаратурой. К ним относятся переносные ограждения (щиты, клетки), изолирующие накладки, переносные заземления.

Вспомогательные средства применяются для защиты от падения с высоты, а также световых, тепловых, механических и химических воздействий в электроустановках. К ним относятся предохранительные пояса, страхующие канаты, когти, защитные очки, брезентовые рукавицы, противогазы и пр.

Применяемые в электроустановках защитные средства подвергаются периодическим испытаниям.

Сигнализация (звуковая и световая) предназначена для предупреждения персонала наличия напряжения или его отсутствия в электроустановках.

Плакаты и знаки безопасности служат для предупреждения об опасности приближения частям установок, находящихся под напряжением, а также для напоминания о наличии напряженного заземления и пр.

В зависимости от назначения плакаты и знаки делятся на предупреждающие («Стоять напряжение», «Не влезай – убьет» и др.); запрещающие («Не включать – работают люди» и др.); предписывающие («Работать здесь» и др.); указательные («Заземлено»).

<!--[if

!vml]--><!--[endif]-

Защитное заземление – это преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением, с землей. Защитное заземление снижает (до безопасных пределов) напряжение прикосновения и тока, обусловленных замыканием корпуса. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентирует ГОСТ 12.1.038-82. Область применения защитного заземления – трехфазные сети напряжением до 1000 В изолированной нейтралью.

Совокупность заземлителя и заземляющих проводников называют заземляющим устройством. В качестве таких устройств в первую очередь используют естественные заземлители например металлическую арматуру железобетонных фундаментов промышленных зданий сооружений.

Зануление – это преднамеренное соединение с нулевым проводником металлических нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением. Область применения зануления – трехфазные четырехпроводные сети напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью.

Назначение зануления то же, что и заземления, однако решается эта задача другим способом – автоматическим отключением поврежденной электроустановки от питающей электросети. При электрическом замыкании фазы на корпус она окажется соединенной накороток нулевым проводником, благодаря чему через защиту (плавкий предохранитель или автомат) потечет ток короткого замыкания, который и вызовет перегорание предохранителя или отключение автомата.

Запрещается в одной и той же цепи производить защитное заземление и зануление разных корпусов электрооборудования, а также последовательно включать несколько заземляемых корпусов электрооборудования.

Защитное отключение – это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электрооборудования при возникновении опасности поражения током. Эта опасность возникает при замыкании на корпус вследствие старения или повреждения изоляции токоведущих частей. Следует отметить, что только приборы защитного отключения реагируют на токи утечки (величиной до 300 мА), возникающие при старении изоляции. Выявление таких токов весьма важно для предотвращения возгорания при размещении электрооборудования во взрывопожароопасных помещениях.

Основными частями любого устройства защитного отключения являются датчик реагирующий на изменение какого-нибудь параметра электрической цепи, и автоматический выключатель, срабатывающий при поступлении от датчика соответствующего сигнала.

Организационные мероприятия по безопасной эксплуатации электроустановок
Требования к персоналу. Пригодность персонала определяется при приеме его на работу периодически медицинским освидетельствованием. К работам в электроустановках допускают лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний техники безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью, применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности с 1 по 5.

Организация работ. К организации безопасной работы в электроустановках относят оформление работы, допуск к работе, надзор во время работы, оформление перерывов и переводов.

Оформление разрешения на проведение работ в действующих электроустановках может быть нарядом, распоряжением и перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Ответственными за безопасность работ являются лицо, выдающее наряд или отдающее распоряжение; ответственный руководитель работ; производитель работ; наблюдающий и члены

бригады. Выдачу нарядов и распоряжений производят лица, ответственные за электрохозяйство предприятия, имеющие квалификационную группу в установках напряжением до 1000 В не ниже 4.

Требования безопасности к переносному электрооборудованию сводятся главным образом к обеспечению надежного защитного заземления, так как у переносного оборудования больше вероятность повреждения изоляции проводов, а следовательно, и поражения работающего тока. Еще большую опасность поражения током представляют электрифицированные инструменты (электродрели, утюги, электроножницы и пр.), так как они во время работы постоянно находятся в руках рабочего. Поэтому работать на передвижном оборудовании с электрифицированными инструментами без подключения к защитному заземлению категорически запрещается. Заземляет переносное оборудование и инструменты посредством заземляющего провода, который не должен одновременно служить проводником рабочего тока.

Электроинструменты, как правило, применяются с малым напряжением – до 42 В. При напряжении более 42 В даже при наличии защитного заземления работать с электроинструментами следует в диэлектрических перчатках.

Раз в шесть месяцев электроинструменты необходимо испытывать на диэлектрическую прочность и выдавать для работы только проверенными, исправными и укомплектованными вилками штепсельного разъема.