

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ»

ХРИСТОФОРОВ Е.Н.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Учебное пособие для студентов заочной формы обучения
направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность,
профиль Безопасность технологических процессов и производств, бакалавриат

Брянская область, 2017

УДК 658.382.2(07)

ББК 68.9

X 93

ХРИСТОФОРОВ Е.Н. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. Учебное пособие /Е.Н. Христофоров. – Брянск: Издательство Брянского ГАУ, 2017. – 356 с.

В соответствии с ФГОС кратко изложен теоретический курс дисциплины «Производственная безопасность», практикум практических занятий с банком тестовых заданий.

Учебное пособие может быть использовано при чтении лекций и проведении практических занятий по дисциплине «Производственная безопасность», «Безопасность жизнедеятельности».

Учебное пособие для студентов заочной формы обучения направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль Безопасность технологических процессов и производств, бакалавриат.

Рецензенты:

Заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и химия» ФГБОУ ВО Брянский ГТУ д.т.н., профессор

А.В. Тотай

Заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и природообустройство» ФГБОУ ВО Брянский ГИТУ д.б.н., профессор

Е.Г. Цублова

Учебное пособие одобрено методической комиссией инженерно-технологического факультета. Протокол №4 от 24.11.2017 г.

©Брянский ГАУ, 2017
©Христофоров Е.Н., 2017

Содержание

Краткий терминологический словарь

Раздел I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Введение.....

Глава 1 Общие вопросы производственной безопасности.....

1.1 Опасность как фактор производственной среды.....

1.2 Основные положения теории риска.....

Глава 2 Категорирование и классификация производственных объектов как мера оценки опасности.....

Глава 3 Производственный травматизм и аварийность.....

3.1 Общие понятия.....

Глава 4 Безопасность производственных процессов.....

4.1 Безопасность производств на стадии проектирования.....

4.1.1 Разработка, согласование, утверждение и состав проектной документации производственных объектов.....

4.2 Краткая характеристика некоторых разделов проекта.....

Глава 5 Устройство предприятий и цехов.....

5.1 Территория промышленного предприятия.....

5.2 Устройство производственных зданий и помещений.....

5.3 Устройство рабочих мест.....

5.4 Производственная эстетика.....

5.5 Вспомогательные здания и помещения.....

Глава 6 Безопасность производственного оборудования.....

6.1 Классификация производственного оборудования.....

6.2 Требования к надёжности производственного оборудования.....

6.3 Требования безопасности, предъявляемые к основному производственному оборудованию.....

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

6.5	Конструкционные материалы производственного оборудования.....
6.6	Снижение шума и вибрации производственного оборудования.....
6.6.1	Снижение шума и вибрации в подшипниковых узлах.....
6.6.2	Снижение уровней шума и вибрации в зубчатых передачах и редукторах.....
6.6.3	Снижение шума и вибрации, вызванных неуравновешенностью масс вращающихся деталей.....
6.6.4	Снижение шума газодинамических процессов.....
6.7	Снижение вибрации производственного оборудования путём вибропоглощения и виброизоляции.....

Глава 7 Безопасность эксплуатации систем, работающих под давлением.....

7.1	Сосуды, работающие под давлением.....
7.1.1	Опасности, возникающие при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.....
7.1.2	Основные меры безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.....
7.1.3	Установка, регистрация, техническое освидетельствование и разрешение на эксплуатацию сосудов, работающих под давлением.....
7.1.4	Надзор, содержание, обслуживание и ремонт сосудов.....
7.2	Безопасность эксплуатации компрессорных установок.....
7.2.1	Устройство и основные характеристики компрессорных установок.....
7.2.2	Опасности, возникающие при работе компрессорных установок...
7.2.3	Основные способы и средства безопасной эксплуатации компрессорных установок.....

Глава 8 Безопасность эксплуатации грузоподъемных машин.....

8.1	Общие сведения о грузоподъемных машинах.....
8.2	Основные опасности, возникающие при эксплуатации грузоподъемных машин.....

Глава 9 Безопасность эксплуатации котельных установок.....

9.1 Общие сведения о котельных установках.....	
9.2 Основные опасности, возникающие при эксплуатации котельных установок.....	
9.3 Основные способы обеспечения безопасной эксплуатации котельных установок.....	
Глава 10 Безопасность эксплуатации газового хозяйства предприятия.....	
10.1 Назначение и общая характеристика газового хозяйства.....	
10.2 Опасности, возникающие при эксплуатации газового хозяйства.....	
10.3 Основные способы безопасной эксплуатации газового хозяйства предприятий.....	
Глава 11 Электробезопасность.....	
11.1 Действие электрического тока на организм человека.....	
11.1.1 Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током.....	
11.2 Анализ условий поражения человека электрическим током в трехфазных сетях переменного тока.....	
11.2.1 Характеристика основных систем «электроустановка – трёхфазная электрическая сеть переменного тока», используемых в производственных условиях.....	
11.2.2 Основные схемы включения человека в электрическую цепь.....	
11.3 Явления при стекании электрического тока в землю. Напряжение шага.....	
11.4 Классификация помещений по опасности поражения электрическим током.....	
11.5 Основные меры защиты от поражения человека электрическим током.....	
11.5.1 Защита от прямого прикосновения.....	
11.5.1.1 Основная изоляция токоведущих частей.....	
11.5.1.2 Ограждения и оболочки.....	
11.5.1.3 Установка барьеров.....	

11.5.1.4	Размещение токоведущих частей вне зоны досягаемости.....
11.5.1.5	Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН).....
11.5.2	Защита от косвенного прикосновения.....
11.5.2.1	Защитное заземление.....
11.5.2.2	Автоматическое отключение питания.....
11.5.2.3	Уравнивание потенциалов.....
11.5.2.4	Выравнивание потенциалов.....
11.5.2.5	Двойная или усиленная изоляция.....
11.5.2.6	Защитное электрическое разделение цепей.....
11.5.2.7	Изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки....
11.6	Защита от статического и атмосферного электричества.....
11.6.1	Защита от статического электричества.....
11.6.1.1	Возникновение заряда статического электричества.....
11.6.1.2	Опасность разрядов статического электричества в производ- ственных условиях.....
11.6.1.3	Основные способы и средства защиты от разрядов статического электричества.....
11.6.2	Защита от атмосферного электричества.....
11.6.2.1	Возникновение зарядов статического электричества в атмосфе- ре.....
11.6.2.2	Опасность разрядов атмосферного электричества.....
11.6.2.3	Защита производственных зданий и сооружений от молнии (мол- ниезащита).....
Глава 12 Пожарная безопасность.....	
12.1	Общие сведения о процессе горения. Основные понятия и определе- ния.....
12.2	Причины пожаров.....
12.3	Горючие вещества. Показатели пожаро – взрывоопасности веществ и материалов.....
12.4	Классификация помещений и зданий по пожарной и взрывной опас- ности.....

12.5	Классификация зон по пожарной и взрывной опасности.....
12.6	Огнестойкость зданий и сооружений.....
12.7	Вещества и техника для тушения пожаров. Способы прекращения горения. Огнегасящие вещества.....
12.7.1	Способы прекращения горения, огнегасящие вещества.....
12.7.2	Техника для тушения пожаров.....
12.7.3	Противопожарное водоснабжение.....
12.7.4	Автоматическое обнаружение пожаров.....

Глава 13 Доврачебная помощь пострадавшим при несчастных случаях.....

13.1	Способы оживления пострадавших.....
13.2	Первая медицинская помощь при ранениях.....
13.3	Первая помощь при кровотечениях.....
13.4	Первая медицинская помощь при ожогах.....
13.5	Первая помощь при обморожении и переохлаждении.....
13.6.	Первая помощь при переломах костей, вывихах, растяжениях и ушибах.....
13.7	Первая помощь при обмороке, тепловом и солнечном ударах, электротравме.....
13.8	Первая помощь при отравлениях.....
13.9	Первая помощь утопающим.....

РАЗДЕЛ II. ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ».....

	Практическое занятие №1. Расследование несчастных случаев на производстве.....
	Практическое занятие №2. Разработка и утверждение правил и инструкций по охране труда.....
	Практическое занятие №3. Инструктаж, обучение, проверка знаний и допуск персонала к работе.....
	Практическое занятие №4. Расчет опасных зон.....
	Практическое занятие №5. Расчет ограждений.....

Практическое занятие №6. Расчет предохранительных муфт.....	
Практическое занятие №7. Расчет на прочность канатов и строп грузо- подъемных машин.....	
Практическое занятие №8. Расчет на прочность емкостей и сосудов, рабо- тающих под давлением.....	
Практическое занятие №9. Практическое занятие №9. Расчет предохра- нительных устройств сосудов работающих под давлением.....	
Практическое занятие №10. Расчет параметров безопасности движения ав- томобилей и тракторов	
Вопросы тестовых заданий.....	
Список литературы.....	
Приложения.....	

Раздел I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

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, 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, происшествиях на производстве, повлекших заболевания, гибель людей, большой материальный ущерб. Причинами подобных явлений являются несовершенство технологических процессов, износ технологического оборудования и его отдельных механизмов и деталей, использование в качестве сырья и материалов горючих, агрессивных и токсических веществ, некомпетентность и ошибочные действия производственного персонала, а также многое другое. 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».

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.

Краткий терминологический словарь

Труд – это целесообразная деятельность человека, направленная на видоизменение и приспособление предметов природы для удовлетворения своих жизненных потребностей. Труд (трудовая деятельность) предусматривает наличие трех элементов, а именно собственно трудовой деятельности, предмета труда и средства труда.

Если трудовая деятельность человека осуществляется на производстве, ее называют производственной деятельностью.

Производственная деятельность осуществляется в рабочей (производственной) зоне.

Рабочая (производственная) зона – это пространство высотой до 2,2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих (рабочие места).

Рабочее место – это часть рабочей зоны, в которой постоянно или временно находятся работающие в процессе трудовой деятельности. Постоянным называется рабочее место, на котором работающий находится не менее половины своего рабочего времени или более двух часов непрерывно. Если работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, то рабочим местом считается вся рабочая зона.

В процессе трудовой деятельности в рабочей зоне возникают негативные факторы, воздействующие на человека.

Негативные факторы, возникающие в рабочей зоне, – это такие факторы, которые отрицательно действуют на человека, вызывая ухудшение состояния здоровья, заболевания или травмы.

Возникновение негативных факторов определяется таким свойством среды обитания (производственной среды), как опасность.

Опасность – это свойство среды обитания человека, которое вызывает негативное действие на жизнь человека, приводя к отрицательным изменениям в состоянии его здоровья. Степень изменений состояния здоровья может быть различной в зависимости от уровня опасности. Крайним проявлением опасно-

сти может быть потеря жизни. Опасность — это главное понятие в безопасности жизнедеятельности, в частности в безопасности труда.

Человеческая практика убеждает, что любая деятельность потенциально опасна и достичь абсолютной безопасности нельзя. **Это позволяет сформулировать центральную аксиому безопасности** – аксиому о потенциальной опасности жизнедеятельности, согласно которой жизнедеятельность человека потенциально опасна. Эта аксиома предопределяет, что все действия человека и окружающая его среда обитания, и прежде всего технические средства и технологии, кроме позитивных свойств и результатов обладают свойством опасности и способны генерировать негативные факторы. Особой опасностью обладает производственная деятельность, ибо в ее процессе возникают наибольшие уровни негативных факторов.

Провозглашение аксиомы о потенциальной опасности трудовой деятельности вовсе не означает, что человек для сохранения своей жизни и здоровья должен от нее отказаться. Трудовая деятельность — основной, если не единственный, источник жизни. В процессе труда человек создает условия для своего существования, преобразует природу для удовлетворения своих потребностей, обеспечения комфортных свойств среды обитания.

Аксиома о потенциальной опасности жизнедеятельности, в частности труда, должна лишь заставить человека таким образом организовать свою жизнь и свою трудовую деятельность, чтобы минимизировать возникающие опасности, снизить уровень негативных факторов до приемлемых уровней.

Негативные производственные факторы принято также называть опасными и вредными производственными факторами (ОВПФ), которые качественно принято разделять на опасные факторы и вредные факторы.

Опасным производственным фактором (ОПФ) называют такой производственный фактор, воздействие которого на человека приводит к травме или летальному (смертельному) исходу. В связи с этим ОПФ называют также травмирующим (травмоопасным) фактором. К ОПФ можно отнести движущие машины и механизмы, различные подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы, электрический ток, отлетающие частицы обрабатываемого ма-

териала и инструмента и т. д.

Вредным производственным фактором (ВПФ) называют такой производственный фактор, воздействие которого на человека приводит к ухудшению самочувствия или, при длительном воздействии, к заболеванию. К ВПФ можно отнести повышенную или пониженную температуру воздуха в рабочей зоне, повышенные уровни шума, вибрации, электромагнитных излучений, радиации, загрязненность воздуха в рабочей зоне пылью, вредными газами, вредными микроорганизмами, бактериями, вирусами и т. д.

Между опасными (травмирующими) и вредными производственными факторами существует определенная взаимосвязь. При высоких уровнях ВПФ они могут становиться опасными. Так, чрезмерно высокие концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны могут привести к сильному отравлению или даже к смерти. Высокие уровни звука или звукового импульса могут привести к травме барабанной перепонки. Высокие уровни радиации вызывают развитие острой формы лучевой болезни, при которой наблюдается быстрое ухудшение самочувствия человека с необратимыми изменениями в организме, приводящими при отсутствии медицинского вмешательства, как правило, к смерти.

Во многих случаях наличие в рабочей зоне ВПФ способствует появлению ОПФ. Например, повышенная влажность и температура, содержание в воздухе рабочей зоны токопроводящей пыли (вредные факторы) значительно повышают опасность поражения человека электрическим током (опасный фактор).

Таким образом, для ряда негативных факторов деление на ОПФ и ВПФ в некоторой степени условно и определяется преимущественным характером их проявления в производственных условиях.

Для количественной оценки опасностей применяются различные характеристики. Наиболее распространенной является риск.

Риск (R) – количественная характеристика опасности, определяемая частотой реализации опасностей: это отношение числа случаев проявления опасности (n) к возможному числу случаев проявления опасности (N):

$$R = \frac{n}{N}$$

Риск – безразмерная величина, его обычно определяют на конкретный период времени. Например, риск гибели человека на производстве в течение года можно рассчитать, если по статистическим данным известно, что на производстве в год гибнет в среднем 7000 чел., а число занятых в производстве 70 млн чел.:

Различают риск индивидуальный и коллективный. Индивидуальный риск характеризует опасность для отдельного индивидуума.

Коллективный риск (групповой, социальный) – это риск проявления опасности того или иного вида для коллектива, группы людей, для определенной социальной или профессиональной группы людей.

Невозможность достижения абсолютной производственной безопасности предопределило введение понятия приемлемого (допустимого) риска.

Приемлемый (допустимый) риск – это такая минимальная величина риска, которая достижима по техническим, экономическим и технологическим возможностям. Таким образом, приемлемый риск представляет собой некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями его достижения.

Экономические возможности повышения безопасности технических систем и снижения величины приемлемого риска ограничены. Затрачивая большие финансовые средства на повышение безопасности технических систем, можно нанести ущерб социальной сфере производства, уменьшая соответственно средства, выделяемые на приобретение спецодежды, медицинское обслуживание, заработную плату и т. д. **Уровень приемлемого риска определяется в результате учета всех обстоятельств – технических, технологических, социальных и рассчитывается в результате оптимизации затрат на инвестиции в техническую и социальную сферу производства.**

Величина приемлемого риска зависит от вида отрасли производства,

профессии, вида негативного фактора, которым он определяется. Для потенциально опасных отраслей производства (например, угольной промышленности), опасных профессий (горноспасателей, пожарных и т. д.) величина приемлемого риска выше, нежели для отраслей и профессий, где количество опасных факторов меньше и уровень вредных факторов ниже.

В настоящее время принято считать, что для действия техногенных опасностей (**технический риск**) в целом, индивидуальный риск считается приемлемым, если его величина не превышает 10^{-6} . Эта величина используется для оценки пожарной и радиационной безопасности. Величина приемлемого риска 10^{-6} означает, что гибель одного человека на миллион людей считается допустимой. Это примерно соответствует риску гибели людей от природных опасностей.

Как было подсчитано выше, средняя величина реального риска на производстве в нашей стране составляет 10^{-4} , что существенно выше величины приемлемого риска. Это обстоятельство говорит о настоятельной необходимости повышения безопасности на производстве.

Мотивированный (обоснованный) и **немотивированный** (необоснованный) риск. В случае производственных аварий, пожаров для спасения людей и материальных ценностей человеку приходится идти на риск, превышающий приемлемый. В этом случае риск считается обоснованным, или мотивированным. Для ряда опасных факторов, например возникающих в случае радиационных аварии, установлены величины мотивированного риска, превышающего приемлемый риск.

Немотивированным (необоснованным) риском называют риск, превышающий приемлемый и возникающий в результате нежелания работников на производстве соблюдать требования безопасности, использовать средства защиты и т. д.

Воздействие на человека ОПФ приводит к травмам и несчастным случаям.

Травма – это повреждение в организме человека, вызванное действием факторов внешней среды.

В зависимости от вида травмирующего фактора различают травмы **меха-**

механические (нарушение целостности тканей и органов), **термические** (ожоги, обморожения), **химические** (вызванные воздействием химических веществ), баротравмы (в связи с быстрым изменением давления атмосферного воздуха), электротравмы (вызванные воздействием электрического тока), психические (вызванные тяжелым психологическим потрясением, например в результате гибели на глазах коллеги по работе) и т. д.

Комбинированная травма – травма, сочетающая несколько видов травм; например, при воздействии электрического тока может возникнуть электротравма, термическая и механическая травмы.

Производственная травма – травма, полученная в процессе трудовой деятельности на производстве.

Бытовая травма – повреждения в организме человека, не связанные с работой (поездкой на работу или с работы, выполнением своих непосредственных производственных обязанностей или действий по заданию руководства).

Несчастный случай – неожиданное и незапланированное событие, сопровождающееся травмой.

Несчастный случай на производстве – случай воздействия на работающего производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или задания руководителя работ.

Длительное воздействие на человека ВПФ может привести к профессиональному заболеванию.

Профессиональное заболевание – это заболевание, причиной которого явилось воздействие на человека вредных производственных факторов в процессе трудовой деятельности. Например, длительное воздействие вибрации может вызвать виброболезнь, шума – тугоухость, радиации – лучевую болезнь и т. д.

Деятельность человека должна быть безопасна, хотя ни один вид деятельности человека не может быть абсолютно безопасен (нулевых рисков не бывает). **Безопасность** – это состояние, обеспечивающее приемлемый риск.

Безопасность – это состояние деятельности, при которой с определенной вероятностью исключено проявление опасностей, а уровень риска деятельности не превышает приемлемый уровень.

Поэтому под безопасностью следует понимать комплексную систему мер защиты человека и среды его обитания от опасностей, формируемых конкретной деятельностью. Комплексную систему безопасности формируют нормативно-правовые, организационные, экономические, технические, санитарно-гигиенические и лечебно-профилактические меры.

Безопасность труда – это состояние трудовой деятельности (труда), обеспечивающее приемлемый уровень ее риска. Для производственной деятельности применимо понятие производственной безопасности.

Безопасность труда обеспечивается комплексной системой мер защиты человека от опасностей, формируемых в рабочей зоне конкретным производственным (технологическим) процессом, техническим объектом.

Нормативно–правовые меры – это система законов, законодательных актов, норм, правил, регламентирующих и регулирующих безопасность и определяющих требования безопасности.

Организационные меры – это организация рабочей зоны и рабочего места, режима труда и отдыха, продолжительности рабочего дня и т. д.

Экономические меры – это экономические механизмы, стимулирующие выполнение требований безопасности: материальная ответственность за их несоблюдение, материальное поощрение за организацию безопасных условий и т. д.

Технические меры – применение технических методов и средств, обеспечивающих безопасность трудовой деятельности.

Санитарно-гигиенические меры – это меры, направленные на обеспечение санитарии и гигиены.

Лечебно–профилактические меры – это профилактические медицинские осмотры, лечебное и профилактическое питание, витаминизация и т. д.

Безопасность труда обеспечивается методами и средствами производственной санитарии, гигиены труда, производственной безопасности.

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

К производственной санитарии относится организация освещения и вентиляции на рабочих местах, очистка воздуха в рабочей зоне от вредных веществ, обеспечение оптимальных и допустимых параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха) на рабочих местах, защита от различного вида излучения (тепловых, электромагнитных, виброакустических, лазерных, ионизирующих).

Гигиена труда – это область медицины, изучающая трудовую деятельность человека и производственную среду с точки зрения их влияния на организм, разрабатывающая меры и гигиенические нормативы, направленные на оздоровление условий труда и предупреждение профессиональных заболеваний. Задачей гигиены труда является определение предельно допустимых уровней вредных производственных факторов, классификация условий трудовой деятельности, оценка тяжести и напряженности трудового процесса, рациональная организация режима труда и отдыха, рабочего места, изучение психофизиологических аспектов трудовой деятельности и т. д.

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных (травмирующих) производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

К производственной безопасности относятся организационные мероприятия и технические средства защиты от поражения электрическим током, защита от механического травмирования движущимися механизмами, подъемно-транспортными средствами, обеспечения пожаровзрывобезопасности и т. д.

Технические методы и средства, обеспечивающие производственную безопасность, называются техникой безопасности.

Первым и одним из наиболее важных этапов обеспечения безопасности труда является идентификация опасностей.

Идентификация опасностей – это распознавание опасностей, установление причин их возникновения, пространственных и временных характеристик опасностей, вероятности, величины и последствий их проявления, Идентификация опасностей может включать оценку воздействия опасностей на че-

ловека и определение допустимых уровней опасных и вредных производственных факторов.

Производственная безопасность решает четыре основные задачи:

1. Идентификация опасных и вредных производственных факторов.
2. Разработка соответствующих технических мероприятий и средств защиты от опасных и вредных производственных факторов.
3. Разработка организационных мероприятий по обеспечению безопасности труда и управление охраной труда на предприятии.
4. Подготовка к действиям в условиях проявления опасностей.

Опасная ситуация – это ситуация, при которой создается достаточно большая вероятность возникновения несчастного случая.

Опасность – ситуация, в которой возможно возникновение явлений или процессов, негативно-воздействующих на людей и приводящих к материальному ущербу или разрушительно влияющих на окружающую среду.

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – наука о закономерностях формирования опасностей и мерах по предупреждению их воздействия на человека.

Безопасность – состояние, с определенной вероятностью исключающее воздействие опасности на человека.

Эргатические системы – системы, в которых одним из элементов является человек.

Апостериорный анализ выполняют после нежелательного события (травмы, повреждения оборудования и т. п.).

Опасным считают такой производственный фактор, который при воздействии на человека может привести к травме, заболеванию или снижению работоспособности.

Дифференциальный порог – это минимальное различие между двумя раздражителями (сигналами) либо между двумя состояниями одного раздражителя, вызывающее едва заметную разницу ощущений.

Адаптация – изменение диапазона чувствительности в соответствии с условиями работы.

Избирательность анализатора заключается в его способности выбирать из множества действующих только определенный раздражитель.

Деятельность – специфическая форма активного отношения человека к окружающему его миру.

Труд – форма целесообразной деятельности человека, направленная на создание потребительской стоимости.

Управление – выполнение действий, направленных на совершенствование функционирования объекта в соответствии с программой или целью и на основе соответствующей информации.

Внимание – это способность человека сконцентрироваться на решаемой задаче с одновременной отсежкой посторонних сигналов.

Под навыками понимают автоматизированный в результате тренировок элемент предметного действия, **а под умением** – способность человека свободно распоряжаться приобретенными навыками в зависимости от возникшей ситуации или условий труда.

Травма (с греч. – рана, повреждение) – это нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

Профессиональные заболевания или отравления наступают в результате воздействия производственных вредных факторов.

Физические факторы: движущиеся машины и механизмы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции;

Химические факторы по характеру воздействия на организм человека подразделяют на следующие **подгруппы:** общетоксические; раздражающие; sensibilizing; канцерогенные; мутагенные; влияющие на репродуктивную функцию;

Биологические факторы включают в себя патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности, а также макроорганизмы – растения и животные.

Психофизиологические факторы по характеру действия подразделяют на

физические и нервно–психические перегрузки.

Причины несчастных случаев – это совокупность условий, способствующих возникновению опасных производственных факторов. Основные причины возникновения травм делят на следующие группы.

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей (ГОСТ 12.1.005 – 88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»).

Терморегуляцией организма называется совокупность физиологических и химических процессов, направленных на поддержание температуры тела в определенных пределах (36,1...37,2 °С).

Испарение – это теплоотдача при повышенной температуре воздуха, когда указанные ранее способы теплоотдачи затруднены или невозможны.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это концентрации, которые при ежедневной работе (кроме выходных дней) в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболевания или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений (ГОСТ 12.1.005 – 88).

Яды – это вещества, которые при проникновении в организм вступают в химическое или физико-химическое взаимодействие с тканями и при определенных условиях вызывают нарушение здоровья.

Процесс замены загрязненного воздуха помещений свежим, чистым называют **вентиляцией**.

Отопление предназначено для поддержания нормируемой температуры воздуха в производственных помещениях в холодное время года.

Шум – это совокупность звуков различной силы и частоты (высоты), беспорядочно изменяющихся во времени.

Ультразвук – это механические колебания упругой среды, имеющие одинако-

вую со звуками физическую природу, но по частоте превышающие верхний порог слышимости (20 000 Гц).

Вибрация – это механические колебания в упругих телах или телах, находящихся под воздействием переменных физических полей с относительно небольшой амплитудой.

Световой поток принято оценивать в пространстве и на поверхности.

Под **механическими** опасностями понимаются такие нежелательные воздействия на человека, происхождение которых обусловлено силами гравитации или кинетической энергией тел.

Чрезвычайными ситуациями называют обстоятельства, возникающие в результате природных стихийных бедствий, аварий и катастроф техногенного, экологического происхождения, военного, социального и политического характера, вызывающие резкое отклонение от нормы жизнедеятельности людей, экономики, социальной сферы или природной среды.

Аварии – это повреждение машины, станка, установки, поточной линии, системы энергоснабжения, оборудования, транспортного средства, здания или сооружения.

Катастрофа – событие с трагическими последствиями, крупная авария с гибелью людей. Разбился самолет, есть человеческие жертвы.

Техногенная катастрофа – внезапное, не предусмотренное освобождение механической, химической, термической, радиационной и иной энергии.

Стихийные бедствия – это опасные явления или процессы геофизического, геологического, гидрологического, атмосферного и другого происхождения таких масштабов, при которых возникают катастрофические ситуации, характеризующиеся внезапным нарушением жизнедеятельности людей, разрушением и уничтожением материальных ценностей.

Фибрилляция, т. е. беспорядочное подергивание отдельных волокон сердечной мышцы вместо одновременного их сокращения и расслабления, – наиболее опасное последствие протекания электрического тока через тело

Электрический знак представляет собой припухлость кожи в виде мозоли желтоватого цвета с краями, очерченными белой или серой каймой. Воспалений

или нагноений при этом не бывает.

Электрометаллизация заключается в пропитывании кожи частицами электрода, расплавляющегося под действием тока.

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Пожарная опасность объекта – это состояние объекта, заключающееся в возможности возникновения пожара и его последствий (ГОСТ 12.1.004 – 85).

Пожарная безопасность объекта – это такое состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей (ГОСТ 12.1.033 – 81).

Опасные факторы пожара: открытый огонь, искры, повышенная температура окружающей среды и предметов, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода, обрушивающиеся конструкции, взрывы.

Изучение дисциплины формируется следующими компетенциями:

– владением культурой безопасности и риск – ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности (ОК-7);

– способностью ориентироваться в перспективах развития техники и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера (ПК-1);

– способностью ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности (ПК-9);

– способностью пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и природной среды в техносфере (ПК-11);

Глава 1 Общие вопросы производственной безопасности

1.1 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, антропические, 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, временных, пространственных и др. характеристик опасностей, необходимых и 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 превалируют 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 при-

нял 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.

1.2 Основные положения теории риска

Как было указано выше, опасности, являющиеся сложными иерархическими понятиями, квантифицируются количественной величиной, называемой **риском**.

Риск – вероятность реализации потенциальных опасностей в реальный ущерб за определенный промежуток времени.

Вероятность может быть выражена через частоту реализации потенциальных опасностей за определенный промежуток времени, которая определяется по формуле:

$$f = R = \frac{n}{N \cdot \tau}, \tau^{-1} \quad (1.1)$$

где f – частота реализации потенциальных опасностей за определённый промежуток времени, τ^{-1} ;

R – риск, τ^{-1} ;

n – количество реализованных потенциальных опасностей за время τ ;

N – количество потенциальных опасностей, которые могли бы реализоваться за это же время;

τ – промежуток времени, за который рассматривается реализация потенциальных опасностей, (год, месяц, сутки, час, и т. п.).

Например, риск гибели людей на производстве в течение 2010 г в РФ составил:

$$R = 4404 / (295570461) = 1,49 \cdot 10^{-4}, \text{ г}^{-1}$$

где 4404 – количество людей, погибших при несчастных случаях на производстве за 2010 г;

29557046 – количество людей, работающих на производстве в РФ.

В определении риска часто используется величина ущерба, нанесенного человеку, обществу, предприятию и т.п. при реализации потенциальных опасностей, например, по формуле:

$$R = f \cdot Y \quad (1.2)$$

где f – частота реализации опасности, τ^{-1} ;

Y – ущерб, нанесенный человеку, обществу, предприятию и т.п. (например, в баллах или денежном выражении).

Использование риска как количественной меры опасности позволяет объективно сравнивать различные объекты по уровням их опасности, а также избежать субъективных ошибок в оценке различных опасностей. Так, например, люди крайне негативно реагируют на события или несчастные случаи редкие, но с большим числом жертв, но совершенно спокойно относятся к событиям более частым с малым количеством жертв.

В производственной деятельности риск можно определить четырьмя путями:

► **инженерный** (расчет частот, вероятностей, построение графических зависимостей типа «дерево опасностей», «дерево отказов» и др.);

► **модельный** (построение моделей воздействия опасностей на человека, профессиональную группу, общество и т.п. с получением соответствующих откликов);

► **экспертный** (оценка вероятности реализации опасностей путем опроса специалистов (экспертов) по определенной системе);

► **социологический** (оценка вероятности реализации опасностей путем опроса всех работающих, в том числе и неспециалистов, включая население).

Поскольку все пути отражают разные стороны риска, их применяют в совокупности.

Учитывая принятую выше аксиому о потенциальной опасности любой деятельности человека, можно заключить, что нулевой риск невозможен. В связи с этим возникает вопрос – к какой же величине риска необходимо стремиться на производстве? Параллельно напрашивается и второй вопрос – сколько денежных средств (затрат) необходимо израсходовать на обеспечение безопасности?

Для выяснения этих вопросов построим график зависимости риска от затрат на его изменение:

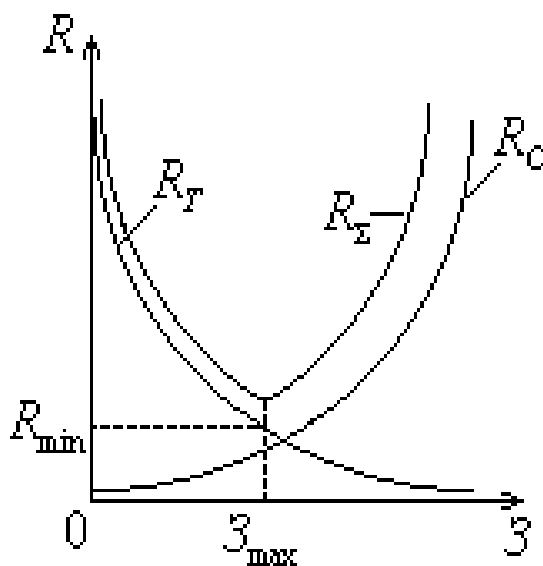


Рисунок 1 – Зависимость технического, социального и суммарного риска от затрат на его изменение: R_T – риск технический; R_C – риск социальный; $R_Σ$ – риск суммарный; R_{min} – минимальный (допустимый) риск; Z_{max} – максимальные затраты для обеспечения R_{min}

Величина суммарного риска включает в себя совокупное влияние на человека (общество) производственных опасностей и социальных факторов (величина заработной платы, компенсации воздействия опасностей, льготы и т.п.).

Задачей «риск – анализа» на любом производстве является выявление минимальных (допустимых) величин технического риска для различных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) и соответствующих максимальных затрат для их достижения.

С учётом концепции приемлемого (допустимого) риска им можно управлять следующими путями с соответствующим расходованием средств:

▶ **совершенствование технических систем** (технологические процессы, оборудование и т.п.);

▶ **подготовка персонала** (обучение, инструктаж, аттестация и т.п.);

▶ **ликвидация некоторых потенциальных опасностей и предупреждение аварийных ситуаций** (отказ от применения токсичных и горючих веществ, исключение импульсов воспламенения, разработка планов ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) и др.).

Квантифицирование опасностей риском открывает принципиально новые возможности повышения уровня производственной безопасности. Так, к организационным, административным и техническим методам добавляются экономические (страхование, денежная компенсация ущерба, платежи за риск и др.).

Глава 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 (сели-тебная 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 – ко II – му классу; угольные разрезы и горно – обогатительные 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 техноло-

гического 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 +35оС; 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).

Глава 3 Производственный травматизм и аварийность

3.1 Общие понятия

Травма (от греч. *trauma* – ранение, повреждение) – нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей и органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

В производственных условиях травмы являются следствием внезапного воздействия на работника какого-либо опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей.

Ситуация, связанная с получением работником травмы, называется **несчастливым случаем**.

В соответствии с видом воздействия травмы подразделяют на:

- ▶ **механические** (ушибы, раны, переломы и др.);
- ▶ **тепловые** (ожоги, обморожения, тепловые удары);
- ▶ **химические** (химические ожоги, острое отравление, удушье);
- ▶ **электрические** (все виды травм, обусловленные действием электрического тока);
- ▶ **комбинированные** и другие.

В зависимости от тяжести последствий травмы подразделяются на:

- ▶ **лёгкие** (по выздоровлении трудоспособность работника восстанавливается полностью);
- ▶ **тяжёлые** (по выздоровлении трудоспособность работника восстанавливается не полностью);
- ▶ **смертельные**.

Совокупность травм за определённый промежуток времени на одном или группе производственных объектов называется **производственным травматизмом**.

Авария (от итал. *avaria* – повреждение, ущерб) – разрушительное высвобождение энергозапаса промышленного предприятия, при котором сырьё, промежуточные продукты, продукция и отходы производства, установленное на промышленной площадке технологическое оборудование, вовлекаясь в аварий-

ный процесс, создают поражающие факторы для населения, персонала, окружающей природной среды и самого предприятия.

Любой аварии на производстве обычно предшествуют один или несколько **инцидентов**.

Инцидент (от лат. *incidens* – случай, происшествие, недоразумение, столкновение) – отказ или повреждение технических устройств, применяемых на производственном объекте, отклонение от технологического регламента параметров протекающих процессов, нарушение положений нормативных правовых актов, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на объекте.

Совокупность аварий за определённый промежуток времени на одном или группе производственных объектов называется производственной аварийностью.

3.2 Основные причины производственного травматизма и аварийности

Причины производственного травматизма и аварийности можно разделить на 4 основные группы: организационные; технические; санитарно-гигиенические; личностные.

1. Организационные причины: несоответствующая условиям труда продолжительность рабочей смены; отсутствие или несоответствие трудовому ритму перерывов в работе; неудовлетворительное обучение и аттестация работников по знаниям безопасных приёмов работы и др. производственных факторов; формальное проведение инструктажей работников по вопросам производственной безопасности; отсутствие или неудовлетворительное состояние информационно-справочного материала об опасных и вредных производственных факторах на рабочих местах; отсутствие или неудовлетворительное состояние нормативной документации; отсутствие планов ликвидации аварийных ситуаций; отсутствие или нарушение эргономических требований безопасности труда и другие.

2. Технические причины: неудовлетворительное состояние электрохозяйства; наличие открытых движущихся частей технологического оборудования; неудовлетворительное состояние защитных ограждений и экранов; отсутствие или неудовлетворительное состояние предохранительных устройств и блокировок и др.

3. Санитарно – гигиенические причины: наличие в воздухе рабочей зоны токсических веществ и пыли с концентрациями выше ПДК; отклонение параметров микроклимата помещений от допустимых значений; превышение нормативных параметров шума, вибрации, неионизирующих электромагнитных и ионизирующих излучений; неудовлетворительное состояние светового климата; превышение нормативных показателей тяжести и напряжённости трудового процесса; отсутствие или неудовлетворительное состояние средств индивидуальной защиты; отсутствие или неудовлетворительное состояние вентиляции помещений и др.

4. Личностные причины: профессиональная некомпетентность; отсутствие опыта работы на данном рабочем месте; эмоциональная неустойчивость; слабая воля; низкая способность к самоуправлению; рассеянность; невнимательность; низкое чувство ответственности; недисциплинированность; склонность к аффективным состояниям и др.

С целью установления причин производственного травматизма и аварийности каждый несчастный случай, авария и инцидент на промышленных предприятиях России обязательно расследуются. **Расследование несчастных случаев на производстве проводится** в соответствии с требованиями, изложенными в Трудовом кодексе РФ (ст. 227...231) и «Положении об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях». Техническое расследование причин аварий и инцидентов проводится в соответствии с требованиями, изложенными в Федеральном законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (№ 116–ФЗ) и «Положении о порядке технического расследования причин аварий на опасных производственных объектах» (РД 03-293-99).

3.3 Показатели производственного травматизма и аварийности

Уровень и динамику производственного травматизма и аварийности на конкретных производственных объектах, в отдельных отраслях и в целом по стране целесообразно характеризовать количественными показателями, отражающими разные стороны этих явлений. К настоящему времени наиболее полно такие показатели разработаны для производственного травматизма, на примере которых мы и рассмотрим данный вопрос.

Коэффициент частоты, отражающий среднее количество несчастных случаев, приходящееся на 1000 работников; определяется по формуле

$$K_{\text{ч}} = \frac{H}{P} \cdot 1000 \quad (3.1)$$

где: H – количество несчастных случаев за определённый период времени (месяц, квартал, год);

P – среднесписочное число работников на объекте в данный период.

Коэффициент тяжести, отражающий среднее число дней нетрудоспособности в результате одного несчастного случая; определяется по формуле

$$K_{\text{т}} = \frac{\Sigma D_{\text{н}}}{H} \cdot \quad (3.2)$$

где $\Sigma D_{\text{н}}$ – суммарное число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям (H) за данный период времени.

Коэффициент опасности производства, отражающий число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям, приходящееся на 1000 работников; определяется по формуле

$$K_{\text{н}} = K_{\text{ч}} K_{\text{т}} = \frac{\Sigma D_{\text{н}}}{P} 1000 \quad (3.3)$$

Рассмотренные показатели являются основными и определяются на осно-

вании статистических материалов по производственному травматизму (отчёты предприятий по форме 7 – «травматизм», копии актов расследования несчастных случаев по форме Н-1 и др. материалы, представляемые в Федеральную инспекцию труда, Госкомстат России, органы исполнительной власти).

3.4 Анализ производственного травматизма и аварийности

С целью предупреждения (профилактики) травматизма и аварийности необходимо проводить анализ всех случаев их проявления. Основными исходными материалами для анализа являются результаты расследования причин производственных несчастных случаев, аварий и инцидентов. Для анализа производственного травматизма применяются следующие основные методы: статистический; групповой; топографический; монографический; вероятностный и другие.

Статистический метод основан на анализе статистических материалов расследования причин производственного травматизма. В процессе анализа определяются показатели травматизма и их динамика во времени. Результаты анализа представляются в виде таблиц, диаграмм и графиков. Сравнивая показатели и динамику травматизма различных производственных объектов, можно делать выводы о приоритетных направлениях профилактической работы по борьбе с этим опасным явлением.

Разновидностью статистического метода являются групповой и топографический методы.

Групповой метод основан на сортировке несчастных случаев по группам однородных признаков (времени травмирования, возрасту, квалификации и специальности пострадавших и т. п.), что позволяет выявить наиболее узкие места в организации работ, состояние условий труда на отдельных рабочих местах, состояние технологического оборудования и др. факторы.

Топографический метод предполагает систематическое нанесение условными знаками места происшествий несчастных случаев на план размещения анализируемого производственного объекта. Скопление таких знаков на определённом месте характеризует его повышенную травмоопасность с соответствующим приоритетом профилактических мер.

Монографический метод представляет собой анализ опасных и вредных производственных факторов, свойственных тому или иному (моно) производственному участку, конкретному оборудованию, технологическому процессу, технологической операции и т. п. По этому методу углублённо рассматриваются все обстоятельства несчастного случая. Такой же анализ целесообразно проводить на аналогичном производстве других предприятий. Кроме установления причин происшедших несчастных случаев, этот метод применим для выявления потенциальных опасностей как на исследуемом объекте, так и на вновь проектируемом.

Вероятностный метод. В основу метода положено представление о травматизме как о случайном явлении. Для анализа таких явлений целесообразно применять положения теории вероятностей. Многолетняя практика анализа травматизма на промышленных предприятиях показала, что травматизм подчиняется закону Пуассона, который применим для случайных величин.

Однако травматизм, как случайный процесс, не следует понимать как явление беспричинное, незакономерное, не связанное с другими явлениями. Любой несчастный случай, как и всякое другое явление, не бывает без причин. Причинность – одна из форм всеобщей закономерной связи явлений. Проявление причин каждого несчастного случая происходит при действии множества случайных факторов. В результате при одних и тех же основных определяющих факторах несчастный случай может произойти или не произойти; а в первом случае степень тяжести его может быть различной.

При случайном процессе, подчиняющемся закону Пуассона, вероятность того, что в рассматриваемый промежуток времени Δt событие произойдет m раз, можно определить по уравнению

$$P_m = \frac{a^m}{m!} e^{-a} \quad (3.4)$$

а вероятность того, что событие (несчастный случай) произойдет хотя бы один раз, равна

$$P = 1 - e^{-a}, \quad (3.5)$$

где a – параметр закона Пуассона, зависящий от интенсивности (плотности) события y , который можно определить по формуле:

$$a = \int_t^{t+\Delta t} y dt, \quad (3.6)$$

где y – интенсивность (плотность) события (количество событий в единицу времени).

Из выражения (3.5) с учетом зависимости (3.6) можно записать

$$P = 1 - e^{-\int_t^{t+\Delta t} y dt} \quad (3.7)$$

Следовательно, задача определения вероятности какого-то события сводится к определению интенсивности его свершения.

Несчастный случай может произойти тогда, когда, например, в рабочей зоне одновременно происходят два события: реализуется потенциальная опасность; человек выполняет работу. Такая же ситуация возможна при одновременной реализации трёх событий, если к двум предыдущим добавить отказ «защитного экрана» (защитные устройства, охраняющие человека от воздействия опасного производственного фактора: защитные ограждения, заземление, зануление и другие).

Если обозначить вероятность проявления опасного производственного фактора через P_0 , вероятность отказа защитного экрана через $P_{\text{Э}}$ и вероятность появления человека в зоне, где возникла опасная ситуация через $P_{\text{ч}}$, то вероятность несчастного случая определяется по формуле

$$P_{\text{НС}} = P_0 \cdot P_{\text{Э}} \cdot P_{\text{ч}}. \quad (3.8)$$

Зная интенсивности частных событий y_0 , $y_{\text{Э}}$ и $y_{\text{ч}}$, по формуле (3.7) можно определить их вероятности (P_0 , $P_{\text{Э}}$ и $P_{\text{ч}}$), а по формуле (3.8) – вероятность хотя бы одного несчастного случая на конкретном рабочем месте, причём, чем меньше величина $P_{\text{НС}}$, тем безопаснее рабочее место.

3.5 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.

Глава 4 Безопасность производственных процессов

4.1 Безопасность производств на стадии проектирования

4.1.1 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 допус-

каются 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.

4.2 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).

Глава 5 Устройство промышленных предприятий и цехов

5.1 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).

5.2 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.

5.3 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.

5.4 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.).

5.5 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 другие);

- ▶ помещения общественного питания (столовые, пункты приёма пищи и другие);
- ▶ помещения медицинского обслуживания (медпункт, медсанчасть и другие);
- ▶ помещения культурного обслуживания (клуб, спортзал и другие);
- ▶ помещения управления и общественных организаций (дирекция, отдел охраны труда, бухгалтерия, профком и другие).

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.

Глава 6 Безопасность производственного оборудования

6.1 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 угледобычный 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.

6.2 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 износозовые (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).

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

Основная задача безопасной эксплуатации производственного оборудования – регулирование, вплоть до полной ликвидации, приработочных и износозовых 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 отремонтировать старое, да и показатели нового оборудования в результате непрерывного технического прогресса значительно выше.

Ремонтопригодность – свойство системы приспособляться 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.

6.3 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 обору-

дования 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 устрой-

ствам, местам их размещения, массе поднимаемого или транспортируемого груза, грузозахватным средствам, устройствам фиксации перемещения грузов и другие требования, обеспечивающие безопасность указанных работ.

6.4 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 необходимо-

сти) 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.

6.5 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 °C) 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 °C, для низколегированных сталей ~ 525 °C, для жаропрочных ~ 1000 и $>$ °C.

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.

6.6 Снижение шума и вибрации производственного оборудования

6.6.1 Снижение шума и вибрации в подшипниковых узлах

Наиболее широкое применение в конструкциях производственного оборудования нашли подшипники качения. Уровни шума и вибрации, генерируе-

мые 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:

$$\Delta L = 23.3 \lg(n_2/n_1), \quad (6.1)$$

где n_1, n_2 – соответственно начальная и конечная частоты вращения вала, с^{-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 (металловолокнистые, 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 %).

6.6.2 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:

$$L = L_0 + 20 \lg u, \quad (6.2)$$

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.

6.6.3 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

ние соосности валов оборудования и привода (например, электродвигателя). Снижение уровней вибрации и шума в этом случае достигается соответствующей центровкой валов.

6.6.4 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.

6.7 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

$$K = [(f/f_{oz})^2 - 1]^{-1} \quad (6.3)$$

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

$$f_{oz} = \frac{f}{\sqrt{2}} \quad (6.4)$$

Глава 7 Безопасность эксплуатации систем, работающих под давлением

7.1 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 вентилей, фланцев или штуцеров, предназначенный для транспортировки, хранения и использования сжатых, сжиженных или растворённых под давлением газов;

▶ **бочка** – сосуд цилиндрической или другой формы, который можно перекатывать 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 должно 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.

7.1.1 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 $0,1 \text{ с}$ 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

$$p = \Delta t \cdot \alpha / \beta \quad (7.1)$$

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 соответствующего импульса воспламенения.

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

7.1.2 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 (компрессо-

ром), автоматически закрывающимся 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, предохра-

тельным 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.

7.1.3 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.

7.1.4 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 удостоверения 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 сосуды, 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 сосуды 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.

7.2 Безопасность эксплуатации компрессорных установок

7.2.1 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** динамиче-

ские 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 $1 \dots 10$ МПа;
- ▶ высокого давления – конечное давление $10 \dots 100$ 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 движение в цилиндре.

Поршневые компрессоры могут быть одно-, двух- и многоцилиндро-

выми, 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 маши-

нами 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 $15 \text{ м}^3/\text{с}$ и выше.

7.2.2 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;
- ▶ 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 ведет 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 ведет 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.

7.2.3 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 надежно (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 надежной 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 °С выше температуры нагнетаемого газа. Как правило, температура вспышки паров компрессорных смазочных масел > 200 °С, а температура самовоспламенения не менее 400 °С.

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 емкости (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 энергоснабжения 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 – виброизоляторы.

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 НКПРП 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 окру-

жающего 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 легкобрасываемой, а остекление – ленточным. При этом должно соблюдаться условие: суммарная площадь окон, дверей и легкобрасываемых панелей покрытий должна составлять не менее $0,05 \text{ м}^2$ на 1 м^3 объема помещения компрессорной.

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

Глава 8 Безопасность эксплуатации грузоподъёмных машин

8.1 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, цеп-

ные, речные, винтовые и плунжерные подъемники. **Подъемники** имеют, как правило, **электрический привод**, реже – **гидравлический**.

По назначению подъемники подразделяются на:

▶ лифты – подъемники непрерывного действия с вертикальным движением кабины или платформы по жестким направляющим, установленным в огражденной со всех сторон шахте;

▶ фуникулеры – подъемники для перевозки грузов или пассажиров в вагонах, движущихся по наклонному рельсовому пути с канатной тягой;

▶ скиповые подъемники – передвижные или стационарные установки для подъема сыпучих грузов в скипах (специальных ковшах) по наклонным или вертикальным направляющим. Находят применение в шахтах, рудниках, карьерах и др.;

▶ строительные подъемники – перемещающиеся по вертикальным направляющим платформы (кабины) с грузом (людьми) для доставки их на этажи строящихся зданий или сооружений.

Грузоподъемные краны. Грузоподъемные краны (ГК) являются наиболее распространенным средством механизации погрузочно-разгрузочных работ на промышленных предприятиях.

ГК классифицируются по:

▶ **конструктивному исполнению** (мостового типа, стрелового типа, самоходные и другие);

▶ **конструкции** захватного устройства (крюковые, грейферные (для сыпучих материалов), магнитные и другие);

▶ **виду перемещения** (стационарные и передвижные);

▶ **конструкции ходового устройства** (рельсовые, гусеничные, канатные, шагающие, плавучие);

▶ **виду привода механизмов** (ручные, электрические, гидравлические, пневматические и др.);

▶ **степени поворота стрелы** (полноповоротные, неполноповоротные, неповоротные);

▶ **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.

8.2 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.

8.3 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 грузоподъемности, автоматически отключающие механизм подъема груза, масса которого более предельной на 10 %.

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

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

Все грузоподъемные 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 грузоподъемных машин регламентируются следующими нормативными документами:

▶ ПБ 10-382–00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов»;

▶ ПБ 10-518–02 «Правила устройства и безопасной эксплуатации строительных подъемников»;

▶ ПБ 10-6–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации подъемников»;

- ▶ 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 другие.

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 грузоподъемные машины:

- ▶ специальное обучение и аттестация;
- ▶ наличие удостоверения на право эксплуатации ГПМ.

Глава 9 Безопасность эксплуатации котельных установок

9.1 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 другие.

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 $700\dots 600$ °С и далее тепло от них отбирается в водяном экономайзере и воздухоподогревателе. Температура газов, после рассмотренных устройств снижается до $170\dots 130$ °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.

9.2 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 газоздушных 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.

9.3 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 жесткости ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$; 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 электрокотельных»;

▶ 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 другие.

Глава 10 Безопасность эксплуатации газового хозяйства предприятия

10.1 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.

10.2 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 превалирует 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.

10.3 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.

Глава 11 Электробезопасность

Электричество широко применяется во всех сферах деятельности человека (промышленной, сельскохозяйственной, бытовой, медицинской и др.). Оказывая человечеству неоценимую помощь в его прогрессивном развитии, электричество в определённых ситуациях является опасным для человека фактором. Поэтому в практической жизни человека большое внимание уделяется вопросам электробезопасности.

Электробезопасность – система организационных, инженерно-технических, правовых и др. мероприятий, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля, статического и атмосферного электричества.

11.1 Действие электрического тока на организм человека

Включаясь в электрическую цепь постоянного или переменного тока, человек подвергается как местному, так и общему его действию.

Местное действие электрического тока приводит к поражению чаще всего кожного покрова, а иногда мышечных тканей, сухожилий и костей. Поскольку указанные поражения происходят за короткий промежуток времени, результат такого действия называется электротравмой.

Различают следующие виды электротравм: электрические ожоги; электрические знаки; электрометаллизация кожного покрова; электроофтальмия; механические повреждения.

Электрический ожог – самая распространённая электротравма (~ 60...65 % пострадавших). Ожоги бывают двух видов: **токовый** (или контактный) и **дуговой**.

Токовый ожог обусловлен прохождением тока через тело человека в результате контакта с токоведущей частью электрооборудования и является следствием преобразования электрической энергии в тепловую. Поскольку кожный покров человека обладает во много раз большим сопротивлением, чем другие ткани тела, то в ней выделяется большая часть теплоты. Различают четыре степени ожогов: I – покраснение кожи; II – образование пузырей, наполненных

лимфой; III – омертвление всей толщи кожного покрова; IV – обугливание тканей. Тяжесть поражения человека обуславливается как степенью ожога, так и площадью обожжённой поверхности тела. Токовые ожоги возникают при действующих напряжениях 1...2 кВ и чаще всего являются ожогами I и II степени; иногда бывают и более тяжёлые случаи.

Дуговой ожог возникает при более высоких действующих напряжениях (> 2 кВ), когда между токоведущей частью электрооборудования и телом человека образуется электрическая дуга (температура дуги выше 3500 °С). **Дуговые ожоги, как правило, тяжелые** – III или IV степени.

Электрические знаки – чётко очерченные пятна серого или бледно-жёлтого цвета на поверхности кожного покрова человека, подвергнувшейся воздействию тока. Электрические знаки бывают в виде царапин, ран, порезов, ушибов, кровоизлияний в кожный покров, мозолистых образований, бородавок. Иногда форма знака соответствует форме токоведущей части, к которой прикоснулся пострадавший, а также может напоминать фигуру молнии. Поражённый участок кожи затвердевает подобно мозоли и впоследствии отмирает. В большинстве случаев электрические знаки безболезненны и их лечение заканчивается благополучно: с течением времени верхний слой кожи сходит и поражённое место приобретает первоначальный цвет, эластичность и чувствительность. Электрические знаки возникают довольно часто, примерно у каждого пятого пострадавшего от действия электрического тока.

Электрометаллизация кожного покрова – проникновение в его верхние слои (на глубину в доли мм) мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это может произойти при коротких замыканиях, отключении рубильников под нагрузкой и в др. случаях. В месте поражения кожный покров становится шероховатым и жёстким, пострадавший в месте поражения испытывает напряжение кожного покрова от присутствия в нём инородного тела и боль от ожога за счёт теплоты занесённого в кожу металла. С течением времени поражённый участок отторгается и приобретает нормальный вид, болезненность исчезает (электрометаллизация кожи наблюдается у 10 % пострадавших).

Электроофтальмия – воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей, которые энергично поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения. Такое облучение возможно при наличии электрической дуги, например, возникшей при коротком замыкании, которая является мощным источником в т.ч. ультрафиолетового и инфракрасного электромагнитных излучений.

Механические повреждения – возникают в результате резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека. В результате могут произойти разрывы кожного покрова, кровеносных сосудов нервных волокон, а также вывихи суставов и переломы костей. К этому виду травм следует также отнести ушибы, переломы, вызванные падением человека с высоты, ударами о предметы в результате непроизвольных движений или потери сознания при воздействии электрического тока. Механические повреждения являются зачастую серьёзными травмами, требующими длительного лечения.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него также общее, имеющее сложный характер. **Общее действие имеет 3 основных направления:** тепловое, электролитическое и биологическое. Поскольку результат общего действия электрического тока (вплоть до смертельного исхода) проявляется за короткий промежуток времени (доли с), **его называют электрическим ударом.**

Тепловое действие выражается в нагревании отдельных участков тела и всего организма до температур выше соответствующего значения «физиологического нуля», т.е. постоянной температуры, обусловленной процессами терморегуляции человека. Нарушение процессов терморегуляции организма негативно отражается на обмене веществ, состоянии центральной нервной системы и др. жизненно важных систем и органов человека.

Электролитическое действие выражается в появлении в организме человека несвойственных ему химических веществ за счёт электрохимических реакций, протекающих в водных растворах веществ, содержащихся в желудочно-кишечном тракте, в кровеносной, лимфатической и др. системах (соли, щё-

лочи, кислоты и др. вещества). При этом непосредственно в тканях организма часто образуются токсические вещества и радикалы (NaOH , Cl_2 , H^{\cdot} , O^{\cdot} и др.), т.е. происходит интоксикация организма. Рассмотренные процессы возможны потому, что в организме человека, состоящем на 70...80 % из воды, большинство растворённых в ней веществ находятся в диссоциированном состоянии, т.е. в виде положительно и отрицательно заряженных ионов. Последние под действием разности потенциалов (напряжения) электрического (электромагнитного) поля направленно перемещаются в организме человека, вызывая описанные выше явления.

Биологическое действие проявляется в том, что под действием электрического, магнитного и электромагнитного полей, обусловленных протеканием через человека электрического тока, происходит искажение характера и структуры биополя человека, которое имеет электромагнитную природу. В результате описанного явления управляющие функции биополя искажаются и отдельными органами и системами может «управлять» внешнее электромагнитное поле, обусловленное протеканием электрического тока через человека за счёт внешней электрической цепи. Биологическое действие электрического тока проявляется в виде раздражения и возбуждения живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе мышц грудной клетки и сердечной мышцы. Результатом описанных процессов могут быть паралич мышц грудной клетки с остановкой дыхания и фибрилляция (вплоть до полной остановки) сердца. Наиболее частым явлением в производственных условиях является непроизвольное удерживание пострадавшим руками проводника с переменным электрическим током промышленной частоты, если, например, величина тока протекающего через человека превышает 10 мА. При этом человек самостоятельно отделиться от этого проводника не может.

В зависимости от исхода общего действия электрического тока на человека электроудары условно делятся на IV группы (степени):

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II – судорожное сокращение мышц, потеря сознания, но сохранение дыхания и работы сердца;

III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);

IV – клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Причинами смерти в результате поражения электрическим током могут быть: прекращение работы сердца, прекращения дыхания и электрический шок.

Прекращение работы сердца, как следствие воздействия электрического тока на мышцу сердца, наиболее опасны. Это воздействие может быть прямым, когда ток протекает через область сердца, или рефлекторным, когда ток проходит через центральную нервную систему. В обоих случаях может произойти остановка сердца или наступить его фибрилляция (беспорядочное сокращение мышечных волокон сердца – фибрилл), что приводит к прекращению кровообращения.

Прекращение дыхания может быть вызвано прямым или рефлекторным воздействием электрического тока на мышцы грудной клетки, участвующим в процессе дыхания. При длительном воздействии тока наступает, так называемая асфиксия (удушье) – болезненное состояние в результате недостатка кислорода и избытка CO_2 в организме. При асфиксии последовательно утрачивается сознание, чувствительность, рефлексы, затем прекращается дыхание и в конечном итоге останавливается сердце – наступает клиническая смерть.

Электрический шок – тяжёлая своеобразная нервно-рефлекторная реакция организма на сильное раздражение электрическим током, сопровождающаяся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ. Шоковое состояние длится от нескольких десятков минут до суток. После этого может наступить полное выздоровление как результат своевременного медицинского вмешательства, или гибель организма из-за полного угасания его жизненно важных функций.

Клиническая смерть – переходный период от жизни к смерти (летальный исход), наступающий с момента прекращения деятельности сердца и лёгких.

У человека, находящегося в состоянии клинической смерти, отсут-

ствуют все признаки жизни: он не дышит, его сердце не работает, болевые раздражения не вызывают никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет. Однако в этот период жизнь в организме не прекращается, ибо ткани его умирают не сразу и не сразу прекращаются функции различных органов. При этом почти во всех тканях организма протекают обменные процессы, хотя и на очень низком уровне, но достаточные для поддержания минимальной жизнедеятельности. Это обстоятельство может быть использовано для возвращения человека к жизни, если воздействовать на более стойкие жизненные функции.

При клинической смерти первыми начинают погибать очень чувствительные к кислородному голоданию клетки коры головного мозга, с деятельностью которых связаны сознание и мышление. Поэтому на длительность клинической смерти большое влияние оказывает временной интервал «момент прекращения сердечной деятельности и дыхания – начало гибели клеток коры головного мозга», который в большинстве случаев составляет 4...5 мин, а при гибели здорового человека от случайной причины (например, от воздействия электрического тока) – 7...8 мин. Если клиническая смерть наступила от тяжёлой и продолжительной болезни, когда организм исчерпал значительную часть сил, клиническая смерть может длиться всего несколько секунд.

Биологическая смерть (летальный исход) – необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур; она наступает по истечении периода клинической смерти.

11.1.1 Факторы, определяющие опасность поражения электрическим током

Характер и последствия воздействия на человека электрического тока зависят от следующих факторов:

- ▶ электрического сопротивления тела человека;
- ▶ величины действующего на человека напряжения и силы тока;
- ▶ продолжительности воздействия электрического тока;

- ▶ рода и частоты электрического тока;
- ▶ пути тока через человека;
- ▶ условия внешней среды и факторы трудового процесса.

Электрическое сопротивление тела человека. Тело человека является проводником электрического тока, неоднородным по электрическому сопротивлению. Наибольшее сопротивление электрическому току оказывает кожный покров, поэтому сопротивление тела человека определяется главным образом состоянием кожного покрова.

Кожный покров состоит из двух основных слоёв: наружного – эпидермиса и внутреннего – дермы. Эпидермис также имеет слоистую структуру, в которой самый верхний слой называется роговым. Роговой слой в сухом и незагрязнённом состоянии можно рассматривать как диэлектрик – его удельное электрическое сопротивление достигает $10^5 \dots 10^6$ Ом·м, т.е. в тысячи раз превышает сопротивление других слоев кожного покрова и внутренних тканей организма. Сопротивление внутреннего слоя кожного покрова (дермы) незначительно; оно во много раз меньше сопротивления рогового слоя. Сопротивление тела человека при сухом, чистом и неповреждённом кожном покрове колеблется от 3 до 100 кОм и более, а сопротивление внутренних органов составляет всего 300...500 Ом.

В качестве расчётной величины при действии переменного тока промышленной частоты (50 Гц) применяют активное сопротивление тела человека равное 1000 Ом. В действительных условиях сопротивление тела человека не является постоянной величиной. Оно зависит от ряда факторов, в том числе: от состояния кожного покрова и окружающей среды; параметров электрической цепи.

Повреждение рогового слоя кожного покрова (порезы, царапины, ссадины и т.п.) снижают сопротивление тела до 500...700 Ом, что увеличивает опасность поражения электрическим током. Такое же влияние оказывают: увлажнение кожного покрова (например, потом); загрязнение вредными веществами (например, пыль, окалина и т.п. вещества).

На сопротивление тела человека оказывает влияние площадь контакта с

источником тока, чем она больше, тем меньше сопротивление. До десятков и даже единиц Ом может уменьшаться сопротивление кожного покрова в местах расположения акупунктурных точек на теле человека.

Величина тока и напряжения. Основным фактором, обуславливающим исход поражения электрическим током, является сила тока, проходящего через тело человека. Напряжение, приложенное к телу человека, также влияет на исход поражения, но лишь постольку, поскольку оно определяет величину тока, проходящего через человека.

В практике электротравматизма принято выделять следующие пороги действия электрического тока:

► **пороговый электрический ток** – величина тока, вызывающая в организме человека едва ощутимые раздражения (небольшое повышение температуры в зоне контакта источником электроэнергии, неумеренное дрожание пальцев рук, повышенное потоотделение и т.п. факторы). Эти ощущения вызывает сила тока: 0,6...1,5 мА (для переменного тока частотой 50 Гц); 5...7 мА (для постоянного тока);

► **неотпускающий ток**, – величина электрического тока, вызывающая непреодолимые судорожные сокращения мышц рук, в которых зажат проводник. Величина неотпускающего тока при времени действия 1...3 с составляет 10...15 мА для переменного и 50...60 мА для постоянного токов. При такой силе тока человек уже не может самостоятельно разжать руки, в которых зажаты токоведущие части электрооборудования;

► **фибрилляционный (смертельный) ток** – величина электрического тока, вызывающая фибрилляцию сердца (разновременное и разрозненное сокращение отдельных волокон сердечной мышцы, неспособное поддерживать её самостоятельную работу). При длительности действия 1...3 с по пути рука-рука, рука-ноги величина этого тока составляет ~ 100 мА для переменного и ~ 500 мА для постоянного тока. В то же время сила тока величиной 5 А и более фибрилляцию сердечной мышцы не вызывает – происходит мгновенная остановка сердца и паралич мышц грудной клетки.

Сила пороговых токов считается длительно безопасной величиной для человека.

Безопасных напряжений среди тех величин, которые используются в практической деятельности человека, не существует, поскольку сила тока при любом малом из указанных напряжений может превысить силу пороговых токов при аномально малых сопротивлениях тела человека. Например, контакт полюсов гальванического элемента ($U = 1,5 \text{ В}$) с акупунктурными точками человека ($R \sim 10 \text{ Ом}$) может вызвать протекание постоянного электрического тока между ними силой $1,5 \text{ А}$, что даже при кратковременном действии превышает смертельную величину в 3 раза.

Продолжительность воздействия электрического тока. С повышением времени протекания тока через человека повышается вероятность прохождения его через сердце в момент наиболее уязвимой для всего кардиоцикла фазы Т (окончание сокращения желудочков и перехода их в расслабленное состояние $\sim 0,2 \text{ с}$). Кроме того, с увеличением времени протекания электрического тока через человека усугубляются все негативные явления как местного, так и общего действия.

Род тока и частота переменного электрического тока. Постоянный ток примерно в 4...5 раз безопаснее переменного промышленной частоты (50 Гц). Объяснить этот факт можно сложной структурой сопротивления тела человека. Сопротивление человеческого тела включает в себя активную (омическую) и ёмкостную составляющие, причём последняя возникает при включении человека в электрическую цепь (рис. 11.1).

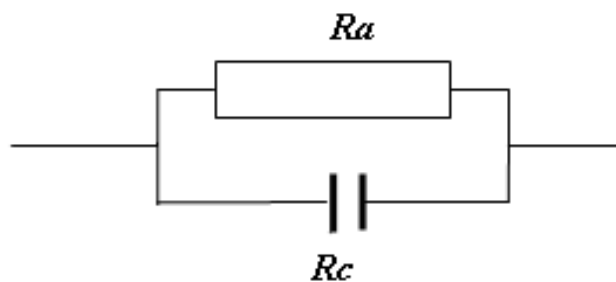


Рисунок 11.1 – Упрощённая электрическая схема замещения сопротивления тела человека:

R_a – активная (омическая) составляющая; R_c – ёмкостная составляющая

Наличие ёмкостной составляющей обусловлено тем, что между электродом, касающимся тела человека (корпус электрооборудования, провода электросети и т.п.), и землёй (пол, площадка для обслуживания оборудования и т.п.), на которой стоит человек, расположен роговой слой кожного покрова – практически диэлектрик, что образует конденсаторную систему (электрическую ёмкость). Если через человека протекает постоянный ток, то он воздействует только на активную составляющую общего сопротивления (R_a), так как электрическая ёмкость для постоянного тока является разрывом цепи. Переменный ток протекает и через активную и через ёмкостную составляющие общего сопротивления человека (R_a и R_c), что, при прочих равных условиях, приводит к бóльшему отрицательному воздействию на организм.

С повышением частоты переменного тока (относительно 50 Гц) его общее негативное действие снижается, сравниваясь на частоте ~ 1000 Гц с действием постоянного тока. На частоте ~ 50 Гц и выше переменный ток общего действия на человека практически не оказывает. Это явление можно объяснить тем, что наибольшая плотность зарядов (ионов, электронов) в плоскости поперечного сечения проводника при протекании переменного тока высокой частоты наблюдается на периферии этого сечения; если в качестве проводника рассматривать человека, то на периферии поперечного сечения туловища и конечностей мы увидим кожный покров, обладающий сопротивлением, близким к таковому у диэлектриков. Местное действие переменного тока высокой частоты при этом сохраняется.

Это положение справедливо лишь до напряжений 250...300 В. При более высоких напряжениях постоянный ток более опасен, чем переменный с частотой 50 Гц.

Путь тока через тело человека играет существенную роль в исходе поражения, т.к. электрический ток может пройти через жизненно важные органы: сердце, лёгкие, головной мозг и др. Влияние пути тока на исход поражения определяется также величиной сопротивления кожного покрова человека на различных участках его тела.

Количество возможных путей тока через тело человека, называемых петлями тока, достаточно много. Чаще всего встречаются ток протекает по петлям: рука-рука; рука-ноги; нога-нога; голова-руки; голова-ноги. Наиболее опасными являются петли: голова-руки и голова-ноги, но они возникают относительно редко.

Условия внешней среды и факторы трудового процесса оказывают существенное влияние на величину сопротивления кожного покрова и в целом тела человека. Так, например, повышенная температура (~ 30 °С и выше) и относительная влажность воздуха (~ 70 % и выше) способствуют повышенному потоотделению, а, следовательно, резкому уменьшению активного сопротивления тела человека. Интенсивная физическая работа приводит к аналогичному результату.

11.2 Анализ условий поражения человека электрическим током в трехфазных сетях переменного тока

Поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через его тело, т.е. при прикосновении не менее чем к двум точкам электрической цепи, между которыми существует разность потенциалов (напряжение).

Напряжение между двумя точками цепи тока, к которым одновременно прикасается человек, называется напряжением прикосновения.

Опасность такого прикосновения определяется силой тока, проходящего через тело человека, которая зависит от следующих факторов:

- ▶ условий поражения человека электрическим током схемы замыкания цепи тока через тело человека;
- ▶ напряжения электрической сети;
- ▶ схемы сети, режима работы её нейтрали (заземлена или изолирована);
- ▶ сопротивления изоляции токоведущих частей относительно земли;
- ▶ величины ёмкости токоведущих частей относительно земли.

11.2.1 Характеристика основных систем «электроустановка – трёхфазная электрическая сеть переменного тока», использующихся в производственных условиях

Электроустановка – совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования её в другие виды энергии.

Наибольшее распространение на производстве получили системы, в которых в качестве источника энергопитания используются трёхфазные электрические сети переменного тока (далее электросети) с изолированной и заземлённой нейтралью. В соответствии с требованиями, изложенными в «Правилах устройства электроустановок» (ПУЭ).

Для таких систем напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения:

► **система IT** – система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены (рис. 2а);

► **система TN** – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников (рис. 2б,в,г);

► **система TN-C** – система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рис. 2б);

► **система TN-S** – система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении (рис. 2в);

► **система TN-C-S** – система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания (рис. 2г);

► **система TT** – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземлённой нейтрали источника (рис. 2д).

Первая буква условного обозначения системы характеризует состояние нейтрали источника питания относительно земли:

► **T** – заземленная нейтраль;

► **I** – изолированная нейтраль.

Вторая буква условного обозначения системы характеризует состояние открытых проводящих частей относительно земли:

► **T** – открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;

► **N** – открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (только после N) буквы характеризуют совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

S – нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены;

► **C** – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник).

Условные обозначения на схемах (рис. 11. 2):

► **N - /** – нулевой рабочий (нейтральный) проводник;

► **PE - /** – защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов);

► **PEN - /** – совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.

Глухозаземлённая нейтраль источника энергопитания – нейтраль трансформатора или генератора, присоединённая непосредственно к заземляющему устройству.

Изолированная нейтраль источника энергопитания – нейтраль трансформатора или генератора, неприсоединённая к заземляющему устройству или

присоединённая к нему через большое сопротивление приборов сигнализации, измерения, защиты и других аналогичных им устройств.

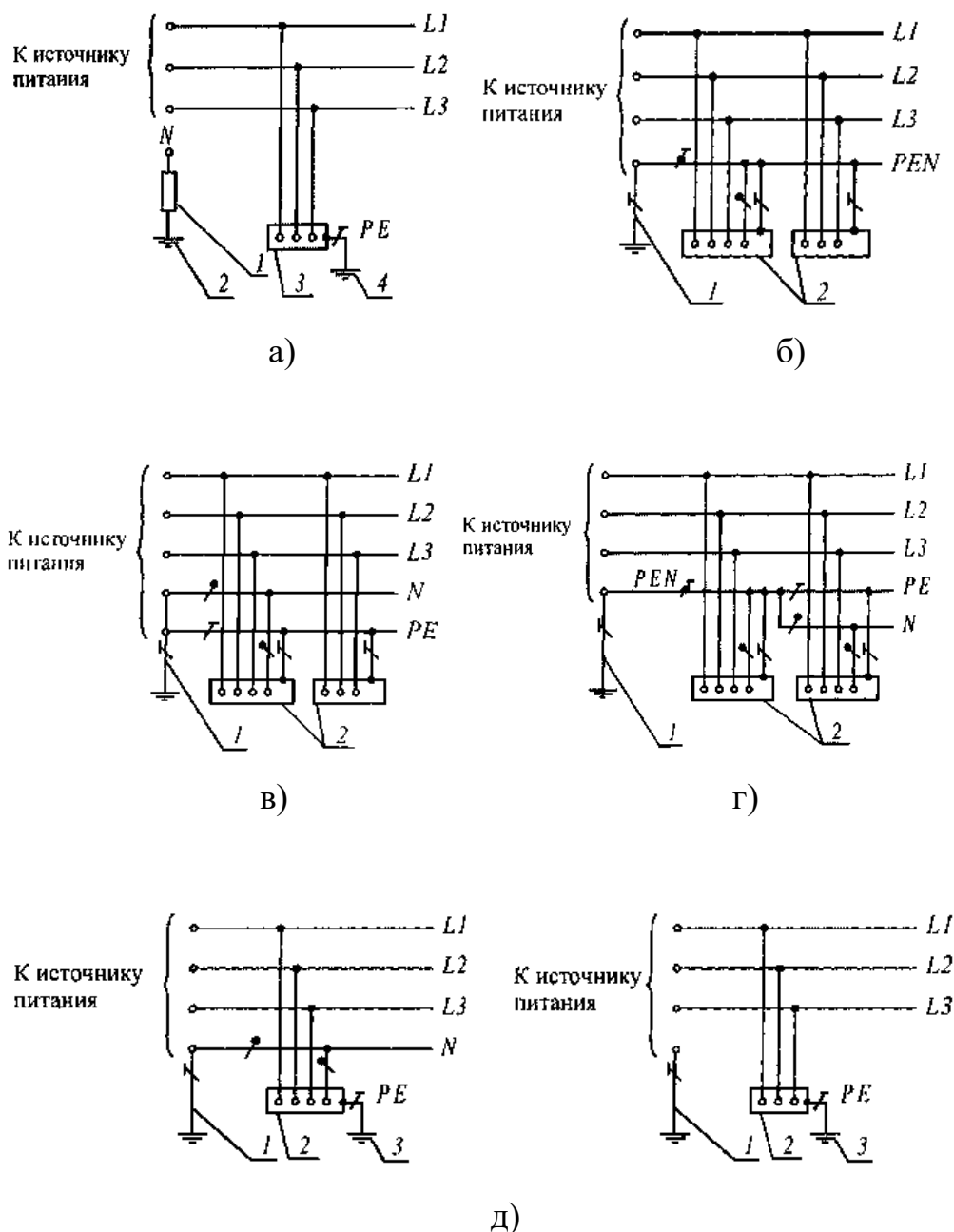


Рисунок 11.2 – Трёхфазные электрические системы переменного тока с изолированной и заземлённой нейтралью энергоисточника напряжением до 1 кВ:

а) – система IT; б) – система TN-C; в) – система TN-S; г) – система TN-C-S; д) – варианты системы TT.

1 – заземлитель нейтрали энергоисточника; 1а – сопротивление заземления нейтрали источника питания (если имеется, например, через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление); 2 – открытые проводящие части электроустановки; 3 – заземлитель открытых проводящих частей электроустановки

11.2.2 Основные схемы включения человека в электрическую цепь

Трёхфазная трёхпроводная электрическая сеть переменного тока с изолированной нейтралью (в системе IT).

Двухфазное прикосновение к токоведущим частям (рис. 11.3).

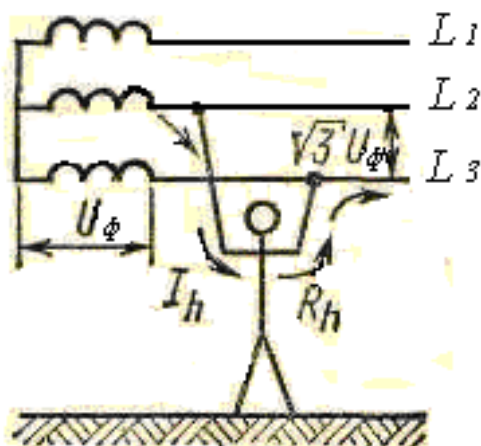


Рисунок 11.3 – Двухфазное (двухполюсное) прикосновение к токоведущим частям в системе IT:

U_{ϕ} – фазное напряжение; I_h – сила тока, протекающего через человека;
 R_h – сопротивление человека; L_1, L_2, L_3 – фазные проводники.

Сила тока (I_h , А), протекающего через человека, определяется по формуле

$$I_h = \frac{U_{л}}{R_h} = \frac{\sqrt{3}U_{\phi}}{R_h}, \quad (11.1)$$

где $U_{л}$ – линейное напряжение, В;

U_{ϕ} – фазное напряжение, В;

R_h – сопротивление человека, Ом.

Например, в электросети с линейным напряжением 380 В ($U_{\phi} = 220$ В) при сопротивлении тела человека 1000 Ом сила тока, протекающего через человека, составляет:

$$I_h = \sqrt{3} \cdot 220 / 1000 = 1,73 \cdot 220 / 1000 = 0,38 \text{ А}.$$

Эта сила тока смертельно опасна для человека.

При двухфазном прикосновении ток, проходящий через человека, практически не зависит от режима работы нейтрали. Опасность прикосновения не уменьшится и в том случае, если человек будет надёжно изолирован от земли.

Однофазное прикосновение (рис. 114.) происходит во много раз чаще, чем двухфазное, но оно менее опасно, поскольку напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного, т.е. меньше линейного в 1,73 раза и, кроме того, ток, протекающий через человека, возвращается к источнику (электросети) через изоляцию проводов, которая в исправном состоянии обладает большим сопротивлением.

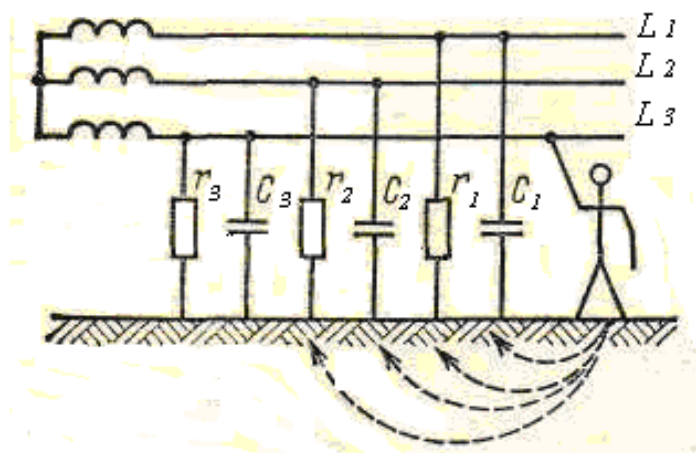


Рисунок 11.4 – Однофазное (однополюсное) прикосновение к токоведущим частям в системе IT:

r_1, r_2, r_3 – сопротивление изоляции проводов электросети; c_1, c_2, c_3 – ёмкость проводов электросети

Сила тока (I_h, A), протекающего через человека, для этого случая определяется по формуле

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + R_n + Z/3}, \quad (11.2)$$

где R_n – переходное сопротивление, Ом (сопротивление пола, на котором стоит человек и обуви);

Z – сопротивление изоляции фазного провода относительно земли, Ом (активная и емкостная составляющие).

В наиболее неблагоприятной ситуации, когда человек имеет токопроводящую обувь и стоит на токопроводящем полу ($R_{\text{п}} \sim 0$), сила тока, протекающего через тело, определяется по формуле

При $U_{\phi} = 220 \text{ В}$, $R_h = 1 \text{ кОм}$, $Z = 90 \text{ кОм}$, то $I_h = 220 / (1000 + (90000 / 3)) = 0,007 \text{ А}$ (7 мА).

Трёхфазная четырёхпроводная электрическая сеть переменного тока с заземлённой нейтралью (в системе TN).

Однофазное прикосновение к токоведущим частям (рис.11.5).

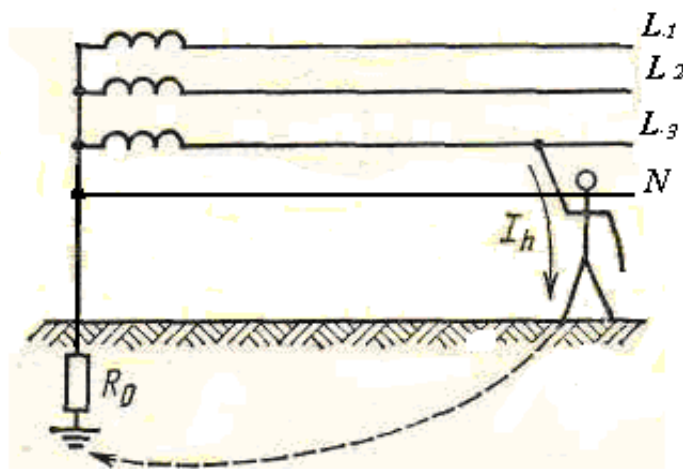


Рисунок 11.5 – Однофазное (однополюсное) прикосновение к токоведущим частям в системе TN: R_0 – сопротивление заземления нейтрали электросети

В четырёхпроводной электрической сети переменного тока с глухозаземлённой нейтралью (система TN) ток, проходящий через человека, возвращается к источнику (электросети) не через изоляцию проводов, как в предыдущем случае, а через сопротивление заземления нейтрали (R_0) источника тока (рис. 11.5). Сила тока, проходящего через тело человека, определяется при этом по формуле:

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_h + R_n + R_o}, \quad (12.3)$$

где R_0 – сопротивление заземления нейтрали источника тока, Ом.

Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединена нейтраль источника тока, в любое время года должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В. Это сопротивление должно быть обеспечено с учётом использования естественных заземлителей, а также заземлителей повторных заземлений PEN- или PE-проводника воздушных линий электропередач (ВЛ) напряжением до 1 кВ. Сопротивление заземлителя, расположенного в непосредственной близости от нейтрали источника тока, должно быть не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при тех же линейных напряжениях 660, 380 и 220 В.

Пример. В наиболее неблагоприятной ситуации, рассмотренной выше, при $U_{\phi} = 220$ В, $R_h = 1000$ Ом, $R_{\pi} \sim 0$ Ом $R_0 = 30$ Ом сила тока, протекающего через тело человека, составит:

$$I_h = 220 / (1000 + 30) = 0,214 \text{ А (214 мА)}, \text{ что смертельно опасно для человека.}$$

Если обувь не токопроводящая (например, резиновые галоши с сопротивлением 45 кОм) и человек стоит на не токопроводящем полу (например, деревянный пол с сопротивлением 100 кОм), т.е. $R_{\pi} = 145$ кОм, то сила тока, протекающего через тело человека, составит:

$$I_h = 220 / (1000 + 60 + 145000) = 0,0015 \text{ А (1,5 мА)}, \text{ что опасности для человека не представляет.}$$

Таким образом, при прочих равных условиях прикосновение человека к одному фазному проводу электросети с изолированной нейтралью менее опасно, чем в электросети с заземлённой нейтралью.

Рассмотренные выше схемы включения человека в электрическую цепь трёхфазного переменного тока справедливы для нормальных (безаварийных) условий работы электрических сетей.

В аварийном режиме работы трёхфазной электрической сети переменного тока один из фазных проводов, например, электросети с заземлённой нейтралью (в системе TN) может быть замкнут на землю (при срабатывании системы защитного заземления, падении фазного провода на землю и т.п.) через сопротивление R_{3M} (рис. 6).

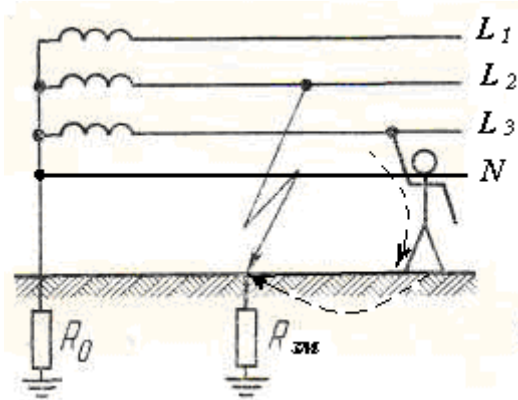


Рисунок 11.6 – Однофазное (однополюсное) прикосновение к токоведущим частям в аварийном режиме работы электросети: R_{3M} – сопротивление замыкания фазного провода (L_2) на землю

Сила тока, проходящего через тело человека, касающегося в этой ситуации одного из исправных фазных проводов (L_1 , L_3), определяется из уравнения

$$I_h = \frac{U_\phi (R_{3M} + \sqrt{3}R_o)}{R_{3M} \cdot R_o + R_h (R_{3M} + R_o)}, \quad (12.4)$$

где R_{3M} – сопротивление замыкания фазного провода на землю, Ом.

Если при этом $R_{3M} \sim 0$ или намного меньше R_o , и R_h , то им можно пренебречь, тогда сила тока, проходящего через тело человека, будет определяться по формуле

$$I_h = \frac{\sqrt{3}U_\phi}{R_h}, \quad (11.5)$$

т. е. человек будет включаться в электрическую цепь двухфазно, причём вторая фаза подключается к нему через ноги и на величину I_h будет оказывать существенное влияние переходное сопротивление $R_{п}$.

При напряжениях до 1000 В в производственных условиях широкое распространение получили обе рассмотренные выше схемы трехфазных электрических сетей переменного тока: трёхпроводная с изолированной нейтралью (система IT) и четырёхпроводная с заземлённой нейтралью (система TN).

Электрическую сеть с изолированной нейтралью целесообразно применять в тех случаях, когда имеется возможность поддерживать высокий уровень сопротивления изоляции фазных проводов и незначительную ёмкость последних относительно земли. Такими являются электрические сети малоразветвлённые, не подверженные воздействию агрессивной среды и находящиеся под постоянным надзором квалифицированного персонала. Так, например, в угольных шахтах используются только электросети с изолированной нейтралью.

Электрическую сеть с заземлённой нейтралью следует применять там, где невозможно обеспечить хорошую изоляцию проводов (например, из-за высокой влажности или агрессивной среды), когда нельзя быстро отыскать или устранить повреждение изоляции, либо когда ёмкостные токи электросети вследствие значительной её разветвлённости достигают больших значений, опасных для человека.

При напряжении выше 1000 В по технологическим причинам электрические сети напряжением до 35 кВ включительно имеют изолированную нейтраль, свыше 35 кВ – заземлённую. Поскольку такие электросети имеют большую ёмкость проводов относительно земли, для человека одинаково опасным является прикосновение к их фазным проводам независимо от режима работы нейтрали энергоисточника. Поэтому режим работы нейтрали электросети напряжением выше 1000 В по условиям безопасности не выбирается.

11.3 Явления при стекании электрического тока в землю. Напряжение шага

Стекание электрического тока в землю происходит только через проводник, находящийся в непосредственном контакте с землёй. Такой контакт может быть случайным или преднамеренным. В последнем случае проводник, находящийся в контакте с землей, называется заземлителем или электродом.

Для упрощения дальнейших рассуждений считаем, что земля во всём своём объёме однородна, т.е. в любой точке обладает одинаковым удельным электрическим сопротивлением (ρ , Ом · м). В этом случае ток будет растекаться во все стороны одинаково по радиусам полушария (рис. 11.7).

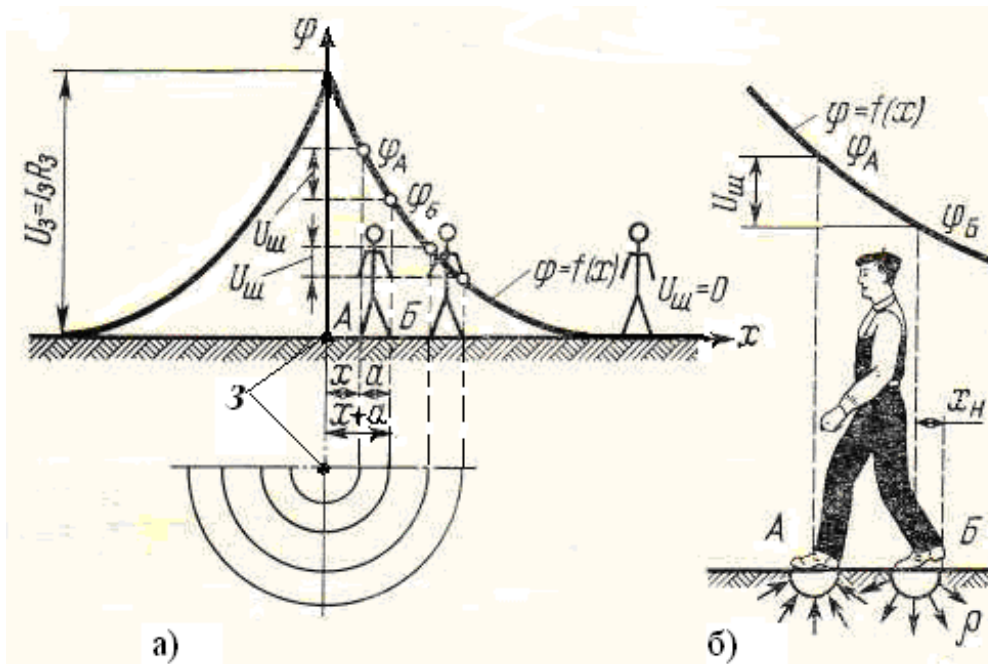


Рисунок 11.7 – Схема образования напряжения шага

а) – общая схема; б) – растекание тока с опорной поверхности ног человека.

А, Б – опорные точки ног человека; З – точка замыкания на землю;

U_3 – напряжение замыкания;

$U_{\text{ш}}$ – напряжение шага; а – ширина шага; φ – электрический потенциал; x

– радиальное расстояние от точки замыкания на землю

В объёме земли, где проходит ток, возникает так называемое «поле растекания тока», имеющее полусферическую конфигурацию. Теоретически оно простирается до бесконечности. Однако в реальных условиях уже на расстоянии 20-ти м от точки замыкания сечение слоя земли, по которому проходит ток, оказывается настолько большим, что плотность тока здесь практически равна нулю. На поверхности земли при этом возникает неравномерное электрическое (для постоянного тока) или электромагнитное (для переменного тока) круговое поле с максимумом потенциала ($\varphi, В$) в точке замыкания на землю.

Если в этой ситуации человек будет радиально шагать к точке замыкания на землю по её поверхности, то его ноги при каждом шаге будут оказываться под всё большей разностью потенциалов (рис. 11.7,а).

Напряжением шага называется напряжение между двумя точками на поверхности земли, расположенными на расстоянии 1 м одна от другой (принимается равным длине шага человека), обусловленное растеканием тока замыкания на землю.

Основной путь тока при этом пролегает через ноги и тазобедренную часть тела, где расположены гонады – одна из важнейших составляющих половой системы человека. Указанное обстоятельство, кроме рассмотренных выше негативных факторов воздействия на человека электрического тока, нарушает нормальное состояние репродуктивной функции организма. Действие электрического тока в этой ситуации может усугубиться тем, что из-за судорожных сокращений мышц ног, возможно падение человека, после чего цепь тока замыкается на его теле через другие жизненно важные органы (мозг, сердце, лёгкие и др.). Кроме того, рост человека, который больше ширины шага, обуславливает большую разность потенциалов (напряжение, приложенное к телу).

11.4 Классификация помещений по опасности поражения электрическим током

Состояние окружающей среды, а также окружающая обстановка могут усиливать или ослаблять опасность поражения электрическим током. Так, сырость, токопроводящая пыль, едкие пары и газы разрушающе действуют на изоляцию электроустановок, резко снижая её сопротивление и создавая угрозу перехода напряжения на корпуса, станины, кожухи и другие нетокопроводящие части электрооборудования, к которым может прикоснуться человек.

Вместе с тем, в этих же условиях, как и при высокой температуре окружающего воздуха, понижается сопротивление тела человека, что ещё больше увеличивает опасность поражения его электрическим током.

По действующим «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ) все помещения делятся по степени опасности поражения людей электрическим током на три класса: без повышенной опасности; повышенной опасности; особо опасные.

К помещениям без повышенной опасности относятся сухие, беспыльные помещения с нормальной температурой воздуха, с изолирующими (например, с сухими деревянными) полами, в которых отсутствуют заземлённые предметы

или их очень мало.

На производстве к таким помещениям могут относиться лишь только некоторые вспомогательные помещения (помещения культурного обслуживания, управления и общественных организаций и др.).

К помещениям повышенной опасности относятся:

- ▶ сырые, в которых относительная влажность воздуха превышает 75 %;
- ▶ жаркие, в которых под воздействием тепловых излучений температура воздуха превышает постоянно или периодически (более 1 сут.) 35°C;
- ▶ пыльные, с токопроводящей пылью, в которых по условиям производства выделяется токопроводящая технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на провода, проникать внутрь машин, аппаратов;
- ▶ с токопроводящими полами (металлическими, земляными, железобетонными, кирпичными и др.);
- ▶ в которых возможно одновременное прикосновение человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Помещениями повышенной опасности являются практически все вспомогательные и некоторые производственные.

К особо опасным помещениям относятся:

- ▶ особо сырые с относительной влажностью воздуха близкой к 100 %;
- ▶ с химически активной или органической средой, разрушающей изоляцию и токоведущие части электрооборудования (агрессивные газы, пары; отложение плесени и др.);
- ▶ имеющие два или более признаков, свойственных помещениям с повышенной опасностью.

Территория открытых электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравнивается к особо опасным помещениям.

Особо опасными являются: большая часть производственных помещений; подземные выработки; рабочая зона с открытой подстилающей поверхностью.

11.5 Основные меры защиты от поражения человека электрическим током

Поражение производственного персонала электрическим током возможно как при прямом прикосновении – электрический контакт людей с токоведущими частями электрооборудования, находящимися под напряжением, так и при косвенном прикосновении – электрический контакт людей с открытыми проводящими частями электрооборудования, оказавшимися под напряжением при повреждении изоляции.

Для предупреждения поражения электрическим током в нормальном режиме работы Электросети должны быть применяются по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- ▶ основная изоляция токоведущих частей;
- ▶ ограждения и оболочки;
- ▶ установка барьеров;
- ▶ размещение токоведущих частей вне зоны досягаемости;
- ▶ применение сверхнизкого (малого) напряжения (СНН).

Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1 кВ применяются также устройства защитного отключения (УЗО).

Защита от прямого прикосновения не требуется, если электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов (см. ниже), а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного или 15 В постоянного тока – во всех случаях.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции применяются по отдельности или в сочетании следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- ▶ защитное заземление;
- ▶ автоматическое отключение питания;
- ▶ уравнивание потенциалов;

- ▶ выравнивание потенциалов;
- ▶ двойная или усиленная изоляция;
- ▶ сверхнизкое (малое) напряжение;
- ▶ защитное электрическое разделение цепей;
- ▶ изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Защиту при косвенном прикосновении следует выполнять во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока.

В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных электроустановках защита при косвенном прикосновении производится при более низких напряжениях: 25 В переменного и 60 В постоянного тока – в помещениях с повышенной опасностью; 12 В переменного и 30 В постоянного тока – в особо опасных помещениях и в наружных электроустановках.

Далее рассмотрим принципы указанных способов защиты.

11.5.1 Защита от прямого прикосновения

11.5.1.1 Основная изоляция токоведущих частей

Основная изоляция токоведущих частей должна иметь сопротивление, обеспечивающее утечки тока через неё, не превышающие безопасных величин (1 мА для переменного тока промышленной частоты). Для изоляции используются материалы, обладающие также механической прочностью, устойчивостью к воздействию агрессивных сред, повышенных температур и др. производственных факторов. Широкое распространение на практике получили изоляционные материалы на основе каучука, пластических масс, керамики, стекловолокна и др. Лакокрасочные покрытия не являются изоляцией, защищающей от поражения электрическим током. Изоляция электроустановок перед вводом их в эксплуатацию подвергается испытанию в соответствии с требованиями ПУЭ. Например, для электроустановок напряжением до 1 кВ сопротивление изоляции должно быть не $< 0,5$ МОм при испытании напряжением 1 кВ.

11.5.1.2 Ограждения и оболочки

Ограждения и оболочки в электроустановках напряжением до 1 кВ представляют собой сплошные или сетчатые устройства, предотвращающие несанкционированный доступ к открытым токоведущим частям электроустановок. Вход за ограждение или вскрытие оболочки должны быть возможны только при помощи специального ключа или инструмента либо после снятия напряжения с токоведущих частей.

11.5.1.3 Установка барьеров

Барьеры предназначены для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ, но не исключают преднамеренного прикосновения и приближения к токоведущим частям при обходе барьера. Для удаления барьеров не требуется применения ключа или инструмента, однако они должны быть закреплены так, чтобы их нельзя было снять непреднамеренно. Барьеры должны быть изготовлены из изолирующего материала.

11.5.1.4 Размещение токоведущих частей вне зоны досягаемости:

Эта мера применяется для защиты от прямого прикосновения к токоведущим частям в электроустановках напряжением до 1 кВ или приближения к ним на опасное расстояние в электроустановках напряжением выше 1 кВ при невозможности сооружения ограждений, оболочек и барьеров. При этом расстояние между доступными одновременно прикосновению проводящими частями в электроустановках напряжением до 1 кВ должно быть не менее 2,5 м. Внутри зоны досягаемости не должно быть частей, имеющих разные потенциалы и доступных одновременно прикосновению.

Установка барьеров и размещение токоведущих частей вне зоны досягаемости допускаются только в помещениях, доступных квалифицированному персоналу.

11.5.1.5 Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН):

СНН применяется для защиты от поражения электрическим током при прямом и/или косвенном прикосновениях в электроустановках напряжением до 1 кВ в сочетании с защитным электрическим разделением цепей или в сочетании с автоматическим отключением питания (см. ниже). Суть этой меры защиты заключается в обеспечении наименьшей вероятности поражения человека электрическим током за счёт применения малой величины напряжения питания электроустановок.

При этом величина такого напряжения составляет: не $> 25\text{В}$ переменного и не $> 60\text{ В}$ постоянного тока – в помещениях с повышенной опасностью; не $> 12\text{В}$ переменного и не $> 30\text{ В}$ постоянного тока – в особо опасных помещениях и в наружных электроустановках.

11.5.2 Защита от косвенного прикосновения

11.5.2.1 Защитное заземление

Защитное заземление представляет собой преднамеренное электрическое соединение с землёй нетоковедущих проводящих (электропроводных) частей электрооборудования, которые в результате нарушения изоляции могут оказаться под напряжением. Такой частью электрооборудования, как правило, является его металлический корпус.

Принцип защитного действия защитного заземления можно объяснить следующим образом: при параллельном включении в электрическую цепь «аварийный корпус – заземление» сопротивлений заземляющего устройства и человека ток по ним по закону Кирхгоффа для разветвлённых электрических цепей распределяется обратно пропорционально величинам сопротивлений, оставаясь практически неизменным в сумме.

Подбор величины сопротивления заземляющего устройства, при которой сила тока, протекающего через человека, будет равна или меньше безопасных значений обеспечит его защиту от поражения. Наибольшая величина сопротивления заземляющего устройства, при которой обеспечивается

указанное выше условие, называется допустимым сопротивлением защитного заземления.

Защитное заземление эффективно только в том случае, когда ток замыкания на землю не увеличивается с уменьшением сопротивления заземляющего устройства. Поэтому защитное заземление применяется в качестве основной меры защиты в электросетях с изолированной нейтралью, т.к. только в них при глухом замыкании на землю любого из фазных проводов ток замыкания не зависит от сопротивления заземления.

Конструктивно заземляющее устройство состоит из заземлителей, размещённых в грунте (земле), заземляющего проводника и заземляющей шины (последние расположены вне грунта и служат для подключения заземлителей к электрооборудованию).

Варианты конструкций, схемы размещения в грунте, материалы для изготовления конструктивных элементов, способы расчёта и др. сведения о заземляющих устройствах рассматриваются на лабораторных и практических занятиях.

Согласно требованиям ПУЭ сопротивление заземляющего устройства, используемого для защитного заземления открытых проводящих частей в системе IT напряжением до 1 кВ, должно соответствовать условию:

$$R_{з\text{у}} \leq U_{\text{пр}} / I_{\text{зм}}, \quad (11.6)$$

где $R_{з\text{у}}$ – сопротивление заземляющего устройства, Ом;

$U_{\text{пр}}$ – напряжение прикосновения, значение которого принимается равным 50 В;

$I_{\text{зм}}$ – полный ток замыкания на землю, А.

Как правило, не требуется принимать значение сопротивления заземляющего устройства менее 4 Ом. Допускается принимать сопротивление заземляющего устройства до 10 Ом, если соблюдено приведенное выше условие, а мощность источника тока не превышает 100 кВ·А.

Защитному заземлению подлежат металлические нетоковедущие части оборудования, которые из-за неисправности изоляции могут оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение людей.

11.5.2.2 Автоматическое отключение питания

Автоматическое отключение питания применяется для быстрого отключения энергоисточника от аварийного электрооборудования. При этом время отключения не должно превышать нормированные значения (табл. 1,2), т.к. в противном случае человек, касающийся в этот момент электроустановки, получит опасную дозу электрической энергии. При выполнении автоматического отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ открытые проводящие части присоединяются к глухозаземлённой нейтрали источника питания, если применена система TN, и заземлены, если применены системы IT или TT.

В электроустановках, в которых в качестве защитной меры применено автоматическое отключение питания, должно быть выполнено уравнивание потенциалов (см. ниже).

Для автоматического отключения питания могут быть применены защитно-коммутационные аппараты и устройства защитного отключения (УЗО) (табл. 11.1, 11.2)

Таблица 11.1 – Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы TN

Номинальное фазное напряжение u_{ϕ} , В	Время отключения, с
127	0,8
220	0,4
380	0,2
Более 380	0,1

Таблица 11.2 – Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы IT

Номинальное линейное напряжение $U_{л}$, В	Время отключения, с
220	0,8
380	0,4
660	0,2
Более 660	0,1

11.5.2.3 Уравнивание потенциалов

Система уравнивания потенциалов предназначена для ликвидации разности потенциалов между любыми точками открытых проводящих частей электроустановок, здания, инженерных коммуникаций и т.п.

Основная система уравнивания потенциалов в электроустановках до 1 кВ должна соединять между собой следующие проводящие части:

- ▶ нулевой защитный РЕ- или PEN-проводник питающей линии в системе TN;
- ▶ заземляющий проводник, присоединённый к заземляющему устройству электроустановки, в системах IT и TT;
- ▶ заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание (если есть заземлитель);
- ▶ металлические трубы коммуникаций, входящих в здание (горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления, газоснабжения и т.п.);
- ▶ металлические части каркаса здания;
- ▶ металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования;
- ▶ заземляющее устройство системы молниезащиты;
- ▶ заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления, если такое имеется и отсутствуют ограничения на присоединение сети рабочего заземления к заземляющему устройству защитного заземления;
- ▶ металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Проводящие части, входящие в здание извне, должны быть соединены как можно ближе к точке их ввода в здание.

Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников системы уравнивания потенциалов.

Система дополнительного уравнивания потенциалов должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных кон-

струкций здания, а также нулевые защитные проводники в системе TN и защитные заземляющие проводники в системах IT и TT, включая защитные проводники штепсельных розеток.

Для уравнивания потенциалов могут быть использованы специально предусмотренные проводники либо открытые и сторонние проводящие части, если они удовлетворяют требованиям к защитным проводникам в отношении проводимости и непрерывности электрической цепи.

11.5.2.4 Выравнивание потенциалов

Система выравнивания потенциалов предназначена для снижения разности потенциалов (шагового напряжения) на поверхности земли или пола при помощи защитных проводников, проложенных в земле, в полу или на их поверхности и присоединенных к заземляющему устройству, или путём применения специальных проводящих покрытий земли.

11.5.2.5 Двойная или усиленная изоляция

Защита при помощи двойной или усиленной изоляции может быть обеспечена применением электрооборудования класса II (табл. 3) или заключением электрооборудования, имеющего только основную изоляцию токоведущих частей, в изолирующую оболочку.

Проводящие части оборудования с двойной изоляцией не должны быть присоединены к защитному проводнику и к системе выравнивания потенциалов.

11.5.2.6 Защитное электрическое разделение цепей

Защитное электрическое разделение цепей предназначено для уменьшения опасности однофазного прикосновения в разветвлённых электросетях большой протяжённости, имеющих большую электрическую ёмкость и малое сопротивление изоляции проводов относительно земли.

Защитное электрическое разделение цепей источника тока и электропри-

ёмника осуществляется при помощи разделительного трансформатора и применяется, как правило, для одной питающей цепи, которая при этом имеет малую электрическую ёмкость, большое сопротивление изоляции проводов относительно земли, а, следовательно, меньшую опасность при однофазном прикосновении (табл.11.3).

Таблица 11.3 – Классификация по способу защиты человека от поражения электрическим током и условия применения электрооборудования в электроустановках напряжением до 1 кВ

Класс по ГОСТ 12.2.007.0 Р МЭК536	Маркировка	Назначение защиты	Условия применения электрооборудования в электроустановке
Класс 0	-	При косвенном прикосновении	1. Применение в непроводящих помещениях. 2. Питание от вторичной обмотки разделительного трансформатора только одного электроприёмника
Класс I	Защитный зажим, знак  или буквы РЕ, или желто-зелёные полосы	При косвенном прикосновении	Присоединение заземляющего зажима электрооборудования к защитному проводнику электроустановки
Класс II	Знак 	При косвенном прикосновении	Независимо от мер защиты, принятых в электроустановке
Класс III	Знак 	От прямого и косвенного прикосновений	Питание от безопасного разделительного трансформатора

11.5.2.7 Изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки

Изолирующие (непроводящие) помещения, зоны и площадки применяются в электроустановках напряжением до 1 кВ, когда требования к автоматическому отключению питания не могут быть выполнены, а применение других защитных мер невозможно либо нецелесообразно.

Сопротивление относительно земли изолирующего пола и стен таких помещений, зон и площадок в любой точке должно быть не менее:

► 50 кОм при номинальном напряжении электроустановки до 500 В включительно;

▶ 100 кОм при номинальном напряжении электроустановки более 500 В;

Если сопротивление в какой-либо точке меньше указанных величин, такие помещения, зоны, площадки не должны рассматриваться в качестве меры защиты от поражения электрическим током.

Для изолирующих (непроводящих) помещений, зон, площадок допускается использование электрооборудования класса 0 (табл.3) при соблюдении одного из следующих условий:

▶ открытые проводящие части удалены одна от другой и от сторонних проводящих частей не менее чем на 2 м.

▶ открытые проводящие части отделены от сторонних проводящих частей барьерами из изоляционного материала;

▶ сторонние проводящие части покрыты изоляцией, выдерживающей испытательное напряжение не менее 2 кВ в течение 1 мин.

Пол и стены таких помещений не должны подвергаться воздействию влаги.

Кроме рассмотренных основных способов защиты персонала от поражения электрическим током используются: защитное зануление; блокировка; предупредительная сигнализация; электрозщитные средства (изолирующие штанги, диэлектрические коврики и др.).

11.6 Защита от статического и атмосферного электричества

11.6.1 Защита от статического электричества

11.6.1.1 Возникновение заряда статического электричества

В производственных условиях широко используются и получают вещества, обладающие диэлектрическими свойствами, что способствует возникновению зарядов статического электричества (СЭ). Электрические разряды в таких системах часто являются причиной взрывов и пожаров. Кроме того, статическое электричество является причиной снижения точности показаний электрических приборов и надёжности работы средств автоматики. Определённое негативное воздействие статическое электричество оказывает на человека, приводя, например, к рефлекторным телодвижениям при кратковременном (доли

секунды) протекании электрического тока во время электрических разрядов. Это обстоятельство может вызвать травмирование персонала, например, при падении с высоты или попадании в опасную зону машин и механизмов.

По современным представлениям статическое электричество возникает в результате сложных процессов, связанных с перераспределением электронов и ионов при соприкосновении двух поверхностей неоднородных жидких или твёрдых веществ. При этом на поверхности соприкосновения образуется двойной электрический слой, состоящий из расположенных определённым образом электрических зарядов противоположных знаков.

Двойной электрический слой образуется в месте контакта поверхностей. При разделении материалов происходит механический разрыв зарядов двойного слоя, создаётся разность потенциалов (U , В) и заряды начинают перемещаться в точку начала разделения поверхностей веществ А (рис. 11. 8).

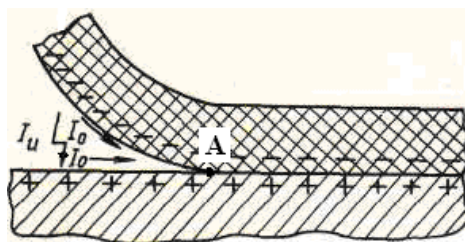


Рисунок 11.8 – Схема электризации твёрдых материалов при разделении:
 $I_{о}$ – ток, обусловленный омической проводимостью разделяемых поверхностей;
 $I_{и}$ – ток ионизации в зазоре между разделяемыми поверхностями; А – точка начала разделения поверхностей

При достаточно большой величине U в зазоре разрыва поверхностей возникает газовый разряд. При перемещении зарядов по разделяемым поверхностям и газовому промежутку возникает соответственно ток омического сопротивления ($I_{о}$, А) и ток газового разряда (ионизации) ($I_{и}$, А). Если время разделения поверхностей будет меньше времени перемещения зарядов в точку А, то поверхности после разделения будут иметь остаточные электрические заряды, что и создаёт разность потенциалов, а вместе с нею и электростатическое поле. Такое явление называется электризацией. Электризация твёрдых тел на производстве возможна, например, при движении ремённых передач, транспортёрных лент, запылённых газов в трубопроводах, пневмотранспорте сыпучих ма-

териалов, дроблении, перемешивании и в др. ситуациях. Электризации подвержены также жидкости с низкой электропроводностью, например, нефтепродукты, движущиеся по трубопроводам или перемешивающиеся в ёмкостях, аппаратах. Явление возникновения электрических зарядов при взаимном трении двух диэлектриков, полупроводников или металлов с различными физико-химическими свойствами называется **трибоэлектризацией** (от греч. *tribos* – трение).

В производственных условиях электризация зависит от многих факторов и, прежде всего, от физико-химических свойств перерабатываемых (перемещаемых) материалов и характера технологического процесса.

Так, например, степень электризации зависит от величины удельного электрического сопротивления материала (ρ , Ом·м). При $\rho \leq 1 \cdot 10^6$ Ом·м электризация практически не происходит. Вещества, имеющие $\rho \leq 1 \cdot 10^8$ Ом·м электризуются хорошо (полистирол, стекло, жидкие углеводороды, синтетические волокна, прорезиненные ткани и др.).

На степень электризации влияет также относительная влажность воздуха и его температура, скорость движения жидкости и материала, степень дробления твёрдого материала и жидкости и др. факторы.

11.6.1.2 Опасность разрядов статического электричества в производственных условиях

Разряд статического электричества происходит тогда, когда напряжённость электростатического поля над поверхностью диэлектрика или проводника достигает критической (пробивной) величины, которая для воздуха составляет около 30 кВ/см.

Безопасной считается такая степень электризации поверхности веществ, при которой максимальные значения поверхностной плотности заряда не превосходят предельно допустимой величины для данной среды. За предельно допустимую величину поверхностной плотности заряда принято такое её значение, при котором максимально возможная энергия разряда (W , Дж) не превы-

шает 0,25 минимальной энергии воспламенения (зажигания) горючих смесей различных веществ с воздухом.

Энергия разряда при этом определяется по формуле:

$$W = 0,5CU^2 = 0,5QU \quad (11.7)$$

где W – энергия разряда (искры), Дж;

C – электрическая ёмкость разрядной цепи, Ф;

U – разность потенциалов между электродами, В;

Q – величина заряда, Кл.

Минимальная энергия зажигания некоторых веществ в смеси с воздухом составляет (W , мДж): водород – 0,019; ацетилен – 0,19; метан – 0,28; монооксид углерода – 8,0; уголь (пыль) – 40; алюминий (порошок) – 50.

Разность потенциалов (U , В) относительно земли при электризации диэлектриков может достигать: при выпуске из баллона ацетилена, увлажнённого ацетоном – 900; при выпуске CO_2 из баллона – 8000 (по резиновому шлангу – 10000); при завихрении угольной пыли – 10000; при движении резиновой ленты транспортёра – 45000; при движении кожаного приводного ремня – 80000.

Заряды статического электричества могут накапливаться и на людях. Электризация тела человека происходит при ношении одежды из синтетических тканей, работе с наэлектризованными предметами и в др. случаях. Накопление зарядов на теле человека возможно и тогда, когда он изолирован от земли и заземлённых предметов диэлектрическими обувью, полами, перчатками.

Количество накопившихся на людях зарядов статического электричества может быть достаточным для искрового разряда при контакте с заземлённым предметом, например, с железобетонной колонной здания. При этом энергия разряда ($W_{\text{ч}}$, мДж) определяется формулой:

$$W_{\text{ч}} = 33,34 \cdot 10^{-9} [\lg(H - 130)k] U^2 \quad (11.8)$$

где H – рост человека, см;

k – коэффициент, характеризующий материал покрытия пола.

В производственных условиях $W_{\text{ч}}$ составляет около ~ 50 мДж, что достаточно для зажигания газоздушных смесей, а также некоторых аэрозолей.

11.6.1.3 Основные способы и средства защиты от разрядов статического электричества

Главными направлениями в предупреждении проявления опасных и вредных факторов статического электричества являются предупреждение возникновения и накопления зарядов, а также создание условий их рассеивания.

К основным инженерным мерам защиты от СЭ относятся:

- ▶ заземление оборудования и коммуникаций, выполненных из электропроводных материалов;
- ▶ уменьшение электрического сопротивления перерабатываемых веществ;
- ▶ снижение интенсивности возникновения зарядов СЭ;
- ▶ нейтрализация зарядов СЭ;
- ▶ отвод зарядов СЭ, накапливающихся на людях.

Заземление оборудования и коммуникаций:

Заземление – наиболее простая и часто применяемая на практике мера защиты от статического электричества. Каждую систему аппаратов и трубопроводов, где возможно появление зарядов СЭ, следует заземлять не менее, чем в двух местах. Особое внимание при этом уделяется дробилкам, смесителям, компрессорам, насосам, фильтрам, пневмосушилкам, транспортёрам, сливно-наливным устройствам и др. оборудованию, в котором быстро возникают опасные потенциалы статического электричества.

Резиновые шланги с металлическими наконечниками, предназначенные для налива (слива), например, нефтепродуктов, заземляются медной проволокой (диаметром около 3 мм), обвитой по шлангу снаружи (шаг 100 мм) с припайкой одного её конца к металлическому трубопроводу, а другого – к наконечнику шланга.

Предельно допустимое сопротивление заземляющего устройства при этом составляет 100 Ом.

Неметаллическое оборудование считается электрически заземлённым, ес-

ли сопротивление любой его точки относительно заземляющего устройства не превышает 100 МОм.

Уменьшение электрического сопротивления перерабатываемых веществ:

Если заземлением оборудования не удаётся предотвратить накопление зарядов статического электричества, то принимаются меры по уменьшению поверхностных и объёмных электрических сопротивлений обрабатываемых материалов. Это достигается повышением относительной влажности, химической обработкой поверхности, применением антистатических веществ, нанесением электропроводных плёнок. Эффективный отвод зарядов СЭ обеспечивается при относительной влажности воздуха 65...70 %, т.к. при этом на поверхности материала и оборудования образуется электропроводная плёнка воды.

Для уменьшения электрического сопротивления твёрдых диэлектриков и диэлектрических жидкостей в них вводятся антистатические присадки, увеличивающие объёмную проводимость этих материалов (графит, сажа, мелкодисперсный металл).

Если оборудование выполнено из диэлектрического материала, то оно покрывается проводящими электрический ток веществами и заземляется (например, металлизация пластмасс, окраска электропроводными эмалями и др.).

Снижение интенсивности возникновения зарядов СЭ:

Достигается этот результат подбором скорости движения веществ, исключением разбрызгивания жидкостей и дробления твёрдых материалов, отводом зарядов СЭ, очисткой газов и жидкостей от взвешенных примесей и др.

Безопасные скорости транспортировки жидких и пылевидных веществ зависят от их удельного объёмного электрического сопротивления (ρ_v , МОм·м). Так, например, для жидкостей с $\rho_v < 0,1$ МОм·м допустимая скорость транспортировки ≤ 10 м/с, а при с $\rho_v < 1000$ МОм·м – ≤ 5 м/с.

При наполнении жидкостями ёмкостей необходимо исключать их разбрызгивание, распыление и бурное перемешивание, подавая струю под слой жидкости вдоль наиболее длинной стенки со скоростью 0,5...0,7 м/с. Во время наполнения или опорожнения ёмкостей отбор горючих жидкостей из них производить нельзя, т.к. возможный искровой разряд СЭ может воспламенить пробу.

Нейтрализация зарядов СЭ:

Если вышеуказанными способами цель не достигается, то для защиты от СЭ применяется нейтрализация зарядов ионизацией воздуха в местах их возникновения и накопления. Ионизаторы воздуха в зависимости от принципа действия делятся на индукционные, радиоизотопные и комбинированные.

Индукционные ионизаторы работают по принципу создания коронного (тихого) разряда в воздухе за счёт создания электрического поля высокой напряжённости вблизи заряженного статическим электричеством тела. Образующиеся при этом ионы нейтрализуют накопленные заряды. Индукционные ионизаторы просты и дешёвы и поэтому наиболее распространены на практике.

Радиоизотопные нейтрализаторы представляют собой радиоактивные вещества – источники ионизирующих излучений (α , β , γ), причём, целесообразно использовать α и β лучи, обладающие наибольшей ионизирующей способностью. На практике применяются такие радиоактивные вещества, как: ^{239}Pu (Плутоний); ^{147}Pm (Прометий); ^3H (Тритий). Радиоизотопные нейтрализаторы сами по себе опасны для человека из-за наличия ионизирующего излучения, поэтому находят ограниченное применение.

При сильной электризации оборудования применяются комбинированные ионизаторы – сочетание радиоизотопных и индукционных ионизаторов.

Отвод зарядов СЭ, накапливающихся на людях:

Основными способами отвода зарядов СЭ являются:

- ▶ устройство электропроводящих полов или заземлённых зон, помостов и рабочих площадок;
- ▶ заземление ручек дверей, поручней лестниц, рукояток приборов, машин и аппаратов;
- ▶ обеспечение персонала токопроводящей обувью и антистатической спецодеждой. Кроме того, на предприятиях, где возможно появление СЭ, целесообразно не носить одежду из синтетических материалов (найлона, перлона, и др.) и шёлка, а также колец и браслетов, на которых аккумулируются заряды СЭ.

Покрытие пола и обувь считаются электропроводящими, если удельное сопротивление между электродом, установленным на полу (внутри обуви) и землёй

не превышает 100 кОм·м (бетон, кирпич, метлахская плитка и др. материалы).

К непроводящим покрытиям относятся: асфальт; настил из обычной резины; линолеум.

11.6.2 Защита от атмосферного электричества

11.6.2.1 Возникновение зарядов статического электричества в атмосфере

Электрические заряды, формирующие грозовые разряды возникают в облачном воздухе атмосферы. Электричество безоблачной атмосферы (атмосферы «хорошей» погоды) является фоном для электрических процессов в облаках.

Электрическое поле «хорошей» погоды направлено сверху вниз, т.е. земля заряжена отрицательно, а атмосфера – положительно. Это направление поля считается нормальным, а вертикальный градиент электрического потенциала (далее – потенциала) – положительным. У поверхности земли градиент потенциала составляет в среднем ~ 130 В/м.

Электричество «хорошей» погоды обусловлено наличием в атмосфере так называемых лёгких аэроионов, которые появляются за счёт ионизации воздуха при распаде радиоактивных веществ как в земле (почве), так и в атмосфере. Кроме того, ионизация воздуха происходит под действием космических лучей, однако в тропосфере этот процесс малоинтенсивен.

За счёт наличия градиента потенциала в атмосфере «хорошей» погоды в воздухе протекают токи диффузии, конвекции и проводимости, величина которых в совокупности составляет $\sim 3 \cdot 10^{-12}$ А/м².

С появлением в атмосфере различного рода аэрозолей напряжённость электрического поля (градиент потенциала) несколько возрастает, однако существенно величина электрических токов при этом не увеличивается.

С развитием в тропосфере мощных конвективных потоков воздуха в летнее время появляются кучевые облака разных типов, которые представляют собой аэрозольные системы. Скорость конвективных потоков при этом может достигать 50 м/с. Наряду с конвективными в таких облаках развиваются и мощные турбулентные потоки воздуха. Мощность кучевых облаков по высоте до-

стигает 5...7 км, а диаметр их – 10-ти км и более. Часть кучевого облака располагается над нулевой изотермой атмосферы, что способствует образованию твёрдофазной воды (снежинки, крупа, градины). Кучевое облако при этом трансформируется в кучево-дождевое, в котором аэрозольные частицы воды на высоте ниже нулевой изотермы укрупнены до диаметра ~ 1 мм за счёт слияния более мелких – диаметром ~ 50 мкм.

В кучево – дождевом облаке за счёт мощных воздушных потоков идёт сильная трибоэлектризация частиц, составляющих дисперсную фазу облачного аэрозоля. При этом могут создаваться флуктуации как положительных, так и отрицательных зарядов, имеющих в поперечнике километровые размеры. Напряжённость электрического поля между соседними флуктуациями и землёй при разноимённых зарядах достигает $9 \cdot 10^5$ В/м и более, что способствует возникновению газового электрического разряда – молнии.

Развитие разряда, например, из облака, на землю начинается с образования стримера (от англ. stream – течь, проноситься), который с большей скоростью (до 10^6 м/с) начинает движение в воздухе к заряду противоположного знака. Стример ещё не молния, а лишь её лидер, обеспечивающий за счёт фотоионизации воздуха извилистый и ветвящийся токопроводный канал в атмосфере. По каналу лидера развивается с поверхности земли главный возвратный удар молнии, который и переносит основной электрический заряд кучево-дождевого облака.

Скорость распространения главного удара достигает 10^8 м/с, а сила электрического тока составляет при этом $\sim 2 \cdot 10^5$ А. Спустя сотые доли секунды описанный процесс повторяется многократно. В среднем молния состоит из трёх главных ударов (разрядов).

После описанных процессов начинается восстановление прежнего значения напряжённости электрического поля, которое происходит ~ 7 с и ситуация повторяется. Заканчиваются грозовые разряды тогда, когда снижается мощность конвективных потоков воздуха за счёт охлаждения поверхности земли осадками, или когда расходуется накопленный заряд атмосферного электричества.

11.6.2.2 Опасность разрядов атмосферного электричества

При грозовом разряде в течение короткого промежутка времени (~ 100 мкс) при величине электрического тока молнии $\sim 2 \cdot 10^5$ А в разрядном канале развивается температура до 30000 °С. За счёт этого быстро расширяется нагретый воздух и возникает взрывная волна (гром), способная производить локальные разрушения объектов при прямых ударах в них молнии.

Высокая температура молнии является мощным импульсом воспламенения всех горючих веществ, что приводит к взрывам и пожарам на производстве, а также в быту и в природных условиях (например, масштабные лесные пожары).

Прямые удары молнии (ПУМ) могут вызвать человеческие жертвы. Опасными факторами также являются вторичные проявления молнии в виде электростатической и электромагнитной индукции.

Электростатическая индукция проявляется тем, что на изолированных от земли металлических предметах наводятся опасные электрические потенциалы, в результате чего возможно искрение между отдельными проводящими элементами конструкций и оборудования, что может вызвать взрывы и пожары.

В результате электромагнитной индукции, обусловленной быстрым изменением силы тока молнии, в металлических незамкнутых контурах наводится ЭДС, что приводит к опасности искрообразования между ними в местах сближения этих контуров.

Во время ударов молнии в различные объекты, находящиеся вдали от производственных зданий и сооружений, возможно проникновение (занос) электрических потенциалов в них по внешним металлическим сооружениям и коммуникациям – эстакадам, монорельсам и канатам подвесных дорог, трубопроводам, оболочкам электрических кабелей и др.

Кроме указанных опасностей грозовые разряды снижают безопасность полётов авиации, вызывают нарушение работы линий электропередачи и связи, генерируют интенсивные радиопомехи и др.

11.6.2.3 Защита производственных зданий и сооружений от молнии (молниезащита)

Молниезащитой называется комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности материалов, оборудования, сооружений и зданий от возможных загораний и разрушений, вызванных воздействием молнии.

При разработке средств молниезащиты все защищаемые объекты подразделяются на две группы:

▶ обычные объекты (жилые и административные здания и сооружения, высотой не > 60 м, предназначенные для промышленного и сельскохозяйственного производства, и торговли);

▶ специальные объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения, а также для социальной и физической окружающей среды, в которых при ударе молнии могут произойти вредные биологические, химические и радиоактивные выбросы. К специальным объектам относятся также строения высотой > 60 м, игровые площадки, строящиеся объекты.

По уровню защиты от ПУМ обычные объекты подразделяются на четыре класса:

I – надёжность защиты 0,98;

II – надёжность защиты 0,95;

III – надёжность защиты 0,90;

IV – надёжность защиты 0,80;

Надёжность молниезащиты определяется по формуле:

$$N = 1 - P, \quad (11.9)$$

где P – предельно допустимая вероятность удара молнии в объект, защищаемый молниеотводами – устанавливается в зависимости от значимости объекта и тяжести возможных последствий.

Для специальных объектов надёжность защиты от ПУМ устанавливается в пределах от 0,9 до 0,999 в зависимости от значимости объекта и тяжести возможных последствий при прямых ударах молнии.

Защита от прямых ударов молнии:

Комплекс средств от прямых ударов молнии включает в себя устройства защиты от ПУМ (внешняя молниезащита) и устройства защиты от вторичных воздействий молнии (внутренняя молниезащита).

Внешняя молниезащитная система (МЗС) может быть изолированный от защищаемого сооружения (отдельно стоящие стержневые или тросовые молниеотводы, а также соседние сооружения, выполняющие функции естественных молниеотводов), а также установленной непосредственно на нём и даже быть его частью.

Внутренняя МЗС предназначена для ограничения электромагнитных воздействий тока молнии и предотвращения искрения внутри объекта. Токи молнии, попадающие в молниеприёмники, отводятся в заземлитель через систему токопроводов (спусков) и растекаются в земле.

Внешняя МЗС состоит из молниеприёмников, токоотводов и заземлителей. В качестве искусственных молниеприёмников могут использоваться стержни, натянутые провода (тросы), металлические сетки. В качестве естественных молниеприёмников могут быть использованы следующие конструктивные элементы зданий и сооружений: металлическая кровля; металлические конструкции крыши (ферма и др.); металлические элементы украшений; водосточные трубы и т.п. при условии, что толщина их стенки не < 4 мм.

Токоотводы для снижения вероятности опасного искрения располагаются так, чтобы между точкой поражения и землёй ток растекается по нескольким путям, которые должны иметь минимальную длину. Следующие конструктивные элементы зданий могут считаться естественными токоотводами: металлические конструкции; металлический каркас здания; соединённая между собой стальная арматурная сетка и др. элементы при условии, что соединения между разными элементами их надёжны и долговечны.

Заземлители во всех случаях, за исключением отдельно стоящего молниеотвода, совмещаются с заземлителями электроустановок и средств связи. В качестве заземлителей используются вертикальные электроды, электроды, уложенные на дне котлована, заземлённые металлические сетки. При использова-

нии в качестве естественных заземлителей арматуры конструкций из напряжённого железобетона необходимо помнить, что ток может ослабить её (за счёт нагрева) и вызвать тем самым разрушение конструкции. Сопротивление заземлителя при этом должно быть не более 100 Ом.

Защита от вторичных воздействий молнии электрических и электронных систем: При разработке способов защиты в этом случае определяются защитные зоны вокруг защищаемого объекта (рис. 11.9).

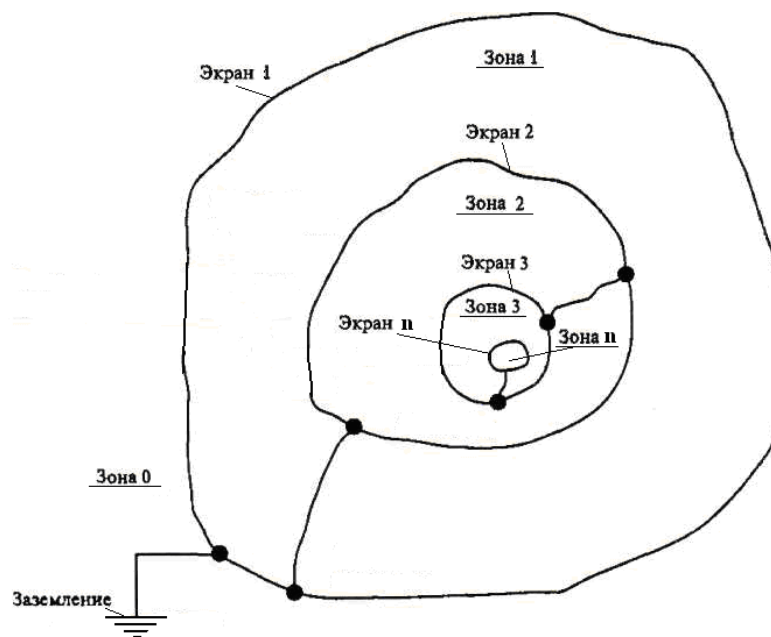


Рисунок 11.9 – Зоны защиты от вторичных воздействий молнии.

Зоны характеризуются существенным изменением электромагнитных параметров на их границах. В общем случае, чем выше номер зоны, тем меньше значение параметров электромагнитных полей, токов и напряжений в её пространстве.

Зона 0 – пространство, где каждый объект подвержен прямому удару молнии с протеканием полного тока молнии. Здесь электромагнитное поле имеет максимальное значение.

Зона 1 – пространство, где объекты не подвержены ПУМ, и ток во всех проводящих элементах внутри здания меньше, чем в зоне 0; в этой зоне электромагнитное поле может быть ослаблено экранированием.

Другие зоны устанавливаются, если требуется дальнейшее уменьшение тока, напряжения и электромагнитного поля.

На границах зон осуществляется экранирование и соединение всех пересекающих границу зон металлических элементов и коммуникаций между собой.

Защитное экранирование является основным способом уменьшения электромагнитных помех работе радиоэлектронных и др. подобных устройств. В качестве экрана широко используются металлические конструкции строительных сооружений (стальная арматура стен, полов, детали крыши, решётки и т.п.). Все названные элементы объекта защиты электрически объединяются и соединяются с МЗС.

Соединения металлических элементов необходимы для уменьшения разности потенциалов между ними внутри защищаемого объекта. Осуществляются соединения с помощью специальных проводников и зажимов.

Соединения на границе зон производятся через каждые 5 м. Минимальное поперечное сечение медных или стальных оцинкованных проводников, используемых для соединений – 50 мм².

Глава 12 Пожарная безопасность

12.1 Общие сведения о процессе горения.

Основные понятия и определения

Горение – это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением большого количества теплоты и свечением. Окислителем чаще всего является кислород воздуха, иногда — другие химические элементы: хлор, фтор и др. Например, медь может гореть в парах серы, магний — в диоксиде углерода. Для возникновения процесса горения необходимо наличие горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Горючим называется вещество (материал, смесь, конструкция), способное самостоятельно гореть после удаления источника зажигания. Под источником зажигания понимают горячее или раскаленное тело, а также электрический разряд, обладающие запасом энергии и температурой, достаточной для возникновения горения других веществ (пламя, искры, раскаленные предметы, выделяемая при трении теплота и др.).

Горение бывает *полное и неполное*. Полное горение протекает при достаточном количестве кислорода (не менее 14 %), в результате чего образуются вещества, неспособные к длительному окислению (диоксид углерода, вода, азот и др.). При недостаточном содержании кислорода (менее 10 %) происходит неполное беспламенное горение (тление), сопровождающееся образованием токсичных и горючих продуктов (спиртов, кетонов, угарного газа и т. п.).

Пожар – это *неконтролируемое* горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Пожар следует отличать от сжигания, представляющего собой контролируемое горение внутри или вне специального очага.

Пожарная опасность объекта заключается в возможности возникновения пожара и вытекающих из такого события последствий.

Пожарная безопасность объекта — это такое его состояние, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, воздействия на людей опасных и вредных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей. К опасным и вредным факторам пожара относят открытый огонь, повышенную температуру окру-

жающей среды и предметов, токсические продукты горения, дым, пониженную концентрацию кислорода, падающие части строительных конструкций; при взрыве — ударную волну, разлетающиеся части и вредные вещества.

Горение может **быть диффузионное и кинетическое**. Если кислород проникает в зону горения вследствие диффузии, то оно называется диффузионным. При этом высота пламени обратно пропорциональна коэффициенту диффузии, который, в свою очередь, пропорционален температуре в степени от 0,5 до 1. Кинетическое горение возникает при предварительном перемешивании горючего газа с воздухом. Однако в пламени одновременно могут происходить процессы диффузионного горения и горения предварительно смешанных компонентов горючей смеси.

Различают также **гомогенное** горение веществ одинакового агрегатного состояния (чаще всего газообразного) и **гетерогенное** горение горючих веществ, находящихся в различных агрегатных состояниях. Последний вид горения одновременно является диффузионным.

Разные горючие вещества могут сгорать быстрее или медленнее.

Скорость горения характеризуется количеством горючего вещества, сгорающего в единицу времени с единицы площади. В зависимости от скорости процесса различают собственно горение, взрыв и детонацию.

Взрыв — это быстрое превращение вещества (взрывное горение), сопровождающееся образованием большого количества сжатых газов, под давлением которых могут происходить разрушения. Горючие газообразные продукты взрыва, соприкасаясь с воздухом, часто воспламеняются, что обычно приводит к пожару, усугубляющему негативные последствия взрыва.

Детонационное горение возникает во взрывоопасной среде при прохождении по ней достаточно сильной ударной волны. При ударном сжатии температура газа может повыситься до температуры самовоспламенения. Происходит химическая реакция. Часть выделившейся теплоты затрачивается на энергетическое развитие и усиление ударной волны, поэтому она перемещается по горючей смеси не ослабевая. Такой комплекс, представляющий собой ударную волну и зону химической реакции, называют детонационной волной, а само явление — **детонацией**.

Детонационное горение вызывает сильные разрушения и поэтому представляет большую опасность при образовании горючих газовых систем. Однако оно может происходить только при определенном минимально необходимом начальном давлении и определенных концентрациях горючего вещества в воздухе или кислороде.

Следует различать термины **«самовозгорание»** и **«самовоспламенение»**. **Самовозгорание** — это явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к горению вещества, материала или смеси в отсутствие источника зажигания. Оно может быть **тепловое, химическое и микробиологическое**.

Самовоспламенение представляет самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени. Температура самовоспламенения большинства горючих жидкостей находится в пределах 250...700 °С (исключения: сероуглерод — 112... 150 °С, серный эфир — 175...205 °С), а твердых горючих веществ — 150...700 °С, хотя, например, целлулоид способен самовоспламеняться уже при температуре 141 °С.

12.2 Причины пожаров

Пожары и взрывы не только влекут за собой большие материальные потери, но и могут привести к травмированию и даже гибели людей. Поэтому при разработке и осуществлении мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов нужно знать вызывающие их причины.

Для возникновения пожара необходимо наличие горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Так как окислителем чаще всего является кислород, постоянно присутствующий в воздухе, а вероятность появления источника зажигания в процессе трудовой деятельности достаточно велика (например, при случайном переносе искр, возникших при заточке инструмента на наждачном круге, потоком воздуха или в результате разряда статического электричества), то производства, где выполняются работы с горючими веществами, особенно легковоспламеняющимися, можно с достаточной степенью уверенности считать пожароопасными.

Возникновению пожара или взрыва часто способствует наличие в помещении горючей пыли или волокон. Большое количество пыли выделяется при эксплуатации машин с рабочими органами ударного действия (дробилок, молотильных аппаратов и т. п.), а также при использовании пневмотранспортных установок и другого оборудования, процесс работы которых связан с применением мощных потоков воздуха.

Большую опасность представляют сосуды и аппараты с горючими жидкостями. В пространстве над уровнем жидкости образуется паровоздушная смесь, которая может оказаться взрывоопасной, если температура жидкости находится в интервале между верхним и нижним значениями температуры воспламенения. Опасность пожара или взрыва усиливается в случае проникновения в это пространство кислорода воздуха при наличии неплотностей в соединениях. Если сосуд находится под давлением, то через эти неплотности горючие жидкости или газы проникают в помещение, образуя в нем пожаро- и взрывоопасные концентрации. Такие концентрации в производственных помещениях могут возникать и при использовании резервуаров с открытой поверхностью испарения горючих жидкостей, при периодическом заполнении систем или сливе их содержимого. Причинами разрушения аппаратуры также могут быть: нарушение режимов поступления и отвода веществ; попадание жидкостей с низкой температурой или веществ с повышенной влажностью в установки или на поверхности, нагретые до высокой температуры; нарушение теплового баланса в аппаратах с процессами, сопровождающимися выделением теплоты, и др.

Источником энергии для зажигания могут служить тепловые, химические и микробиологические процессы. Чаще всего пожар вызывают тепловые источники зажигания: открытое пламя, искры, электрическая дуга или нагретая поверхность. Необходимо отметить, что открытое пламя практически во всех случаях вызывает зажигание горючей смеси, так как его температура (700... 1500 °С) превышает температуру воспламенения смеси, а количество теплоты больше, чем требуется для нагрева 1 мм³ газовой смеси. Искры могут образовываться при электрическом разряде, трении или ударе. Электрические

искры наиболее часто приводят к пожару, так как в канале электрического разряда достигается температура до 1000 °С. Искры, образующиеся при ударе, например, стального стержня, охлаждаясь от 1630 °С до 1430 °С, отдают в окружающую среду $38 \cdot 10^{-3}$ Дж, тогда как минимальная энергия поджигания при температурах 20...25 °С бензола составляет $0,24 \cdot 10^{-3}$ Дж, а метана – $0,3 \cdot 10^{-3}$ Дж. Температура искр, возникающих при трении, также достаточно высокая (1640...1660 °С при трении стали о сталь).

Довольно опасно в отношении пожаров химическое взаимодействие некоторых веществ. Так, при получении ацетилена действием воды на карбид кальция в зоне реакции температура повышается до 830 °С, что может привести к самовоспламенению не только образовавшегося ацетилена, но и других горючих веществ, оказавшихся в зоне реакции. Азотная кислота часто вызывает самовозгорание древесных стружек, опилок, соломы; марганцовокислый калий – глицерина. Ацетилен, водород, метан, скипидар и этилен под действием хлора самовозгораются на свету. Жизнедеятельность микроорганизмов в относительно больших объемах некоторых материалов с повышенной влажностью (сено, зерно, опилки, травяная мука, торф) при плохом теплообмене с окружающей средой также может привести к самовозгоранию, так как при достижении внутри таких материалов некоторого критического значения температуры происходит самоускорение экзотерической реакции.

Статистика пожаров свидетельствует о наличии тенденции к увеличению их числа, а также материального ущерба. Причем наиболее крупные пожары происходят на животноводческих и птицеводческих фермах и комплексах, приводя к гибели находящегося там поголовья.

Причины пожаров разнообразны, но большинство из них можно условно сгруппировать по ряду следующих важных признаков:

- ▶ неправильная планировка зданий, сооружений и построек, без соблюдения противопожарных разрывов, при отсутствии резерва площади, без учета направления господствующих ветров и категорий производств по пожаро- и взрывоопасности технологических процессов;
- ▶ неправильное устройство, нарушение правил и режимов эксплуатации

отопительных и нагревательных приборов и систем, а также двигателей внутреннего сгорания (использование легковоспламеняющихся жидкостей для растопки печей, оставление нагревательных приборов без присмотра, неисправность или отсутствие искрогасителя на выпускной трубе двигателя комбайна и др.);

▶ неправильный монтаж электросети, электрооборудования, осветительных приборов, электродвигателей и нарушение правил их эксплуатации (установка самодельных предохранителей, применение провода меньшего сечения, перегрузка электросети и др.);

▶ самовозгорание и самовоспламенение веществ и материалов в результате нарушения правил их складирования и хранения;

▶ трение легковоспламеняющихся жидкостей в трубопроводах, пыли и газов в вентиляционных каналах и воздухопроводах, образование статического электричества при трении в ременных передачах или ленты транспортеров о валы и поддерживающие ролики;

▶ грозовые разряды;

▶ нарушение Правил пожарной безопасности при пользовании открытым огнем, курении (отогревание открытым огнем в холодный период года замерзших трубопроводов систем водоснабжения и отопления, а также фильтров очистки топлива дизельных двигателей; курение на складах топливосмазочных материалов, сена, соломы и других материалов; сжигание стерни и копен соломы и др.).

12.3 Горючие вещества. Показатели пожаро – взрывоопасности веществ и материалов

Пожаро– и взрывоопасность веществ (сравнительная вероятность зажигания и горения в равных условиях) определяется следующими их свойствами: склонностью к возгоранию, температурами воспламенения и вспышки, концентрационными пределами воспламенения, дисперсностью, летучестью.

По возгораемости строительные материалы и конструкции делят на три группы: **несгораемые, трудносгораемые и сгораемые.**

Несгораемые материалы под воздействием источника зажигания не

воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. К ним относят гранит, мрамор, кирпич, бетон, железобетон, стекло, сталь и т. п.

Трудногораемые материалы воспламеняются, тлеют и обугливаются при наличии источника зажигания, но после его удаления самостоятельно не горят. Такими материалами являются некоторые виды пластмасс (например, стеклопластик на фенольной смоле), гипсовая сухая штукатурка, асфальтобетон, пропитанная антипиренами (вещества предохраняющие материалы органического происхождения от воспламенения и самостоятельного горения) древесина и т. п.

Сгораемыми называют материалы, которые могут, самостоятельно гореть или тлеть после удаления источника зажигания. К этой группе относят древесину, линолеум, войлок, рубероид, древесноволокнистые и полистирольные плиты и т. п.

Температурой воспламенения называют такую температуру горючего вещества, при которой из него выделяются горючие газы и пары с такой скоростью, что после воспламенения их от источника зажигания возникает устойчивое горение.

Температура вспышки — самая низкая в условиях специальной испытаний температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для последующего горения. В зависимости от температуры вспышки t_v пожароопасные жидкости делят на легковоспламеняющиеся – ЛВЖ ($t_v \leq 61$ °С в закрытом тигле и $t_v \leq 61$ °С в открытом) и горючие – ГЖ, к которым относят все пожароопасные жидкости с большой температурой вспышки. Группа ЛВЖ: ацетон ($t_v = -18$ °С), бензин ($t_v = -36... -7$ °С в зависимости от марки), метиловый спирт ($t_v = -8$ °С), керосин ($t_v = 15...60$ °С) и другие.; группа ГЖ: дизельное топливо, мазут, смазочные масла и т. п.

Смеси некоторых видов пыли с воздухом взрывоопасны. По степени взрывной опасности всю пыль делят на четыре класса:

I – наиболее взрывоопасные пыли с нижним пределом воспламенения (взрывоопасности) до $15\text{г}/\text{м}^3$ (пыли крахмала, пшеничной муки, серы, торфа и др.);

II – взрывоопасные пыли с нижним пределом воспламенения от 16 до 65 г/м^3 (пыли алюминия, древесной муки, каменного угля, сахара, сена, сланца и др.);

III и IV – пожароопасные пыли с нижним пределом воспламенения выше 65 г/м^3 и температурой воспламенения соответственно до $250 \text{ }^\circ\text{C}$ и более $250 \text{ }^\circ\text{C}$.

Верхние концентрационные пределы взрываемости пыли достаточно велики, и достичь их в производственных помещениях практически невозможно.

Антипирены – вещества, предохраняющие материалы органического происхождения от воспламенения и самостоятельного горения.

Особенность горения многих твердых веществ заключается в том, что при нагреве они частично разлагаются, образуя парогазовую горючую смесь (летучую часть). В этом случае закономерность горения летучих веществ та же, что и газов, паров. Пожарная опасность твердых горючих веществ характеризуется удельной теплотой сгорания, температурами горения, самовоспламенения и воспламенения, скоростью выгорания и распространения горения по поверхности материалов. Например, максимальная температура при горении бумаги $510 \text{ }^\circ\text{C}$, древесины $1000 \text{ }^\circ\text{C}$. Скорость выгорания резины и оргстекла $35 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, древесины $65 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Скорость распространения огня по штабелям пиломатериалов приблизительно 4 м/мин , по пустотам деревянных конструкций 2 м/мин , а по деревянным покрытиям и сгораемым твердым веществам до 1 м/мин .

12.4 Классификация помещений и зданий по пожарной и взрывной опасности

Предусматриваемые при проектировании каждого конкретного здания (сооружения, помещения) противопожарные мероприятия должны учитывать степень его пожарной или взрывной опасности, которая зависит от размещенного в этом здании (сооружении, помещении) производства.

В зависимости от характера технологического процесса различают производства пяти категорий: А, Б – взрывоопасные; В, Г и Д – пожароопасные.

Категория А – производства, где имеются: горючие газы с нижним пределом воспламенения до 10% объема воздуха; жидкости с температурой вспышки

паров до 28 °С включительно (при условии, что указанные газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси объемом более 5 % объема помещений); твердые вещества, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или между собой (склады бензина, спирта, карбида кальция и т. д.; газогенераторные помещения; участки и отделения, где выполняются работы с красками и органическими растворителями, и др.).

Категория Б – производства, в которых могут находиться: горючие газы с нижним пределом взрываемости более 10 % объема воздуха; жидкости с температурой воспламенения паров 28...61 °С включительно; жидкости, нагретые в условиях производства до температур вспышки и выше; горючие пыли или волокна с нижним пределом воспламенения до 65 г/м³ к объему воздуха. При этом указанные газы, жидкости и пыли могут образовывать взрывоопасные смеси объемом более 5 % объема помещения (склады лаков и красок, баллонов с кислородом или сжатым аммиаком; цехи по приготовлению травяной муки, комбикормов, белково – витаминных добавок, дроблению сухого сена, соломы, жмыха; машинные и аппаратные залы аммиачных компрессорных станций и др.).

Категория В – производства, где используются: жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С; горючие пыли и волокна с нижним пределом взрываемости более 65 г/м³ к объему воздуха; вещества, способные только гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или между собой; твердые горючие вещества и материалы (зерносушилки; элеваторы зерна; участки диагностики и ремонта двигателей; гаражи; столярные мастерские; отделения дробления и просеивания концентрированных кормов; цехи сушки молока, крови, яйцепродуктов и др.).

Категория Г – производства, в которых обрабатываются: негорючие материалы и вещества в горячем и расплавленном состоянии при наличии выделений лучистой теплоты, искр, пламени; производства с использованием твердых, жидких и газообразных веществ, сжигаемых или утилизируемых в качестве топлива (котельные; кузницы; сварочные участки; термические, травильные, лудильные отделения; машинные залы фреоновых холодильных установок и другие).

Категория Д – производства, связанные с обработкой негорючих веществ и

материалов в холодном состоянии (токарный, инструментальный, разборочно-моечные цехи; овощехранилища; силосохранилища и др.).

12.5 Классификация зон по пожарной и взрывной опасности

В соответствии с Правилами устройства электроустановок опасные зоны распределены на классы по пожаро– и взрывоопасности.

Пожароопасная зона – это пространство внутри и вне помещения, в пределах которого постоянно или периодически находятся горючие вещества как при нормальном течении технологического процесса, так и при его нарушениях. Пожароопасные зоны делят на четыре класса: П–I, П – II, П – IIa и П-III.

Зоны класса **П–I** — это зоны в помещениях, где применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С (склады минеральных масел, установки по регенерации минеральных масел и т. п.).

Зоны класса **П–II** характеризуются взвешенным состоянием выделяющихся горючих пылей или волокнистых веществ. Возникающая при этом опасность ограничена пожаром (но не взрывом) либо в силу физических свойств этих веществ (степени измельчения, влажности и другими параметрами, при которых нижний предел взрыва превышает 65 г/м³), либо вследствие более низкой их концентрации в воздухе по сравнению с взрывоопасной (деревообрабатывающие цехи, малозапыленные помещения мукомольных заводов и элеваторов, кормоцехи и т. п.).

Зоны класса П–IIa – это пространства в производственных и складских помещениях, содержащие твердые или волокнистые горючие вещества (дерево, ткани и т. п.). Признаки, присущие зонам класса П – II, отсутствуют (швейные мастерские, склады хранения горючих материалов и др.).

Зоны класса П–III характерны для наружных производственных участков, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61 °С (открытые склады минеральных масел) и твердые горючие вещества (например, открытые склады угля, торфа, сена, соломы, дрова и т. п.).

Взрывоопасная зона – это пространство в помещениях и наружных производственных участках, в которых по условиям технологического процесса

могут образоваться взрывоопасные смеси: горючих газов или паров с воздухом или кислородом и с другими газами-окислителями (например, с хлором); горючих пылей [и волокнистых материалов с воздухом при переходе их во взвешенное состояние.

Взрывоопасными считают помещения, в которых отношение объема взрывоопасной смеси к их общему объему превышает 0,05. Если же оно меньше 0,05, то взрывоопасной считают зону в пределах 5 м по горизонтали и вертикали от технологического оборудования, из которого могут выделяться горючие газы или ЛВЖ.

Различают взрывоопасные зоны шести классов.

Зоны класса В–I – это зоны в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовывать с воздухом или другими окислителями взрывоопасные смеси не только в аварийных, но и при нормальных недлительных режимах работы, например при загрузке технологических аппаратов, хранении или переливании **ГЖ** и **ЗЖ**, находящихся в открытых сосудах, и т. п.

Зоны класса В–Ia характеризуются тем, что при нормальной ситуации взрывоопасные смеси горючих паров или газов с воздухом и другими окислителями не образуются. Это возможно только в результате аварий или неисправностей.

Зоны класса В–Iб те же, что и класса **В–Ia**, но отличаются одной следующей особенностью: наличие небольших количеств горючих газов, **ГЖ** и **ЛВЖ**, работа с ними в вытяжных шкафах или под [вытяжными зонтами (лабораторные и опытные установки); выделяющиеся горючие газы обладают высоким нижним пределом взрываемости (15 % и более) и резким запахом при предельно допустимых по санитарным нормам концентрациях (например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок); при авариях в помещении по условиям технологического процесса исключается образование общей взрывоопасной концентрации — возможна лишь местная взрывоопасная концентрация (например, помещения электролиза воды и поваренной соли).

Зоны класса В–1г – это пространства возле наружных установок (расположенных вне помещений), содержащие взрывоопасные газы, пары, ГЖ и ЛВЖ (например, газгольдеры, емкости, сливноналивные эстакады и т. п.); образование взрывоопасных смесей возможно только в результате аварий или неисправности.

Зоны класса В–II имеют место в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом и другими окислителями взрывоопасные смеси не только при аварийных, но и при нормальных недлительных режимах работы (например, при загрузке технологических аппаратов).

Зоны класса В–IIа характерны для помещений, в которых образование взрывоопасных смесей возможно только в результате аварий или неисправностей.

В зависимости от уровня взрывозащиты электрооборудование, применяемое в этих зонах, изготавливают следующих трех исполнений:

- ▶ повышенной надежности против взрыва (уровень защиты 2),
- ▶ взрывобезопасное (уровень 1)
- ▶ особо взрывобезопасное (уровень 0).

Взрывозащита электрооборудования первого исполнения обеспечивается только при нормальном режиме его работы;

▶ второго исполнения – как при нормальном режиме работы, так и при вероятных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации (кроме повреждений средств взрывозащиты).

Для электрооборудования третьего исполнения предусмотрены дополнительные меры взрывозащиты.

Уровни взрывозащиты электрооборудования могут обеспечиваться взрывонепроницаемой оболочкой (взрывозащита вида «d»), искробезопасной электрической цепью (i), защитой вида «е» (e)¹, заполнением или продувкой оболочки под избыточным давлением чистым воздухом или инертным газом (p), масляным заполнением оболочки (o), кварцевым заполнением оболочки (q) или специальным видом взрывозащиты (s), основанным на принципах, отличных от указанных выше.

12.6 Огнестойкость зданий и сооружений

Условия развития пожара в зданиях и сооружениях во многом определяются их огнестойкостью. Под огнестойкостью понимают способность материалов, конструкций и зданий в целом противостоять возгоранию, сохранять прочность, не разрушаться и не деформироваться под действием высоких температур при пожаре.

Предел огнестойкости строительных конструкций определяется временем в часах и минутах от начала их огневого стандартного испытания до возникновения одного из предельных состояний по огнестойкости: по плотности — образование в конструкциях сквозных трещин или сквозных отверстий, через которые проникают продукты горения или пламя; по теплоизолирующей способности — повышение температуры на необогреваемой поверхности в среднем более чем на 160 °С или в любой точке этой поверхности более чем на 190 °С в сравнении с температурой конструкции до испытания, или более 220 °С независимо от температуры конструкции до испытания; по потере несущей способности конструкций и узлов — обрушение или прогиб в зависимости от типа конструкции. Наименьший предел огнестойкости имеют незащищенные металлические конструкции, а наибольший — железобетонные.

Степень огнестойкости зданий и сооружений зависит от группы возгораемости и предела огнестойкости основных строительных конструкций. В соответствии со СНиП «Противопожарные нормы» здания могут быть пяти степеней огнестойкости: I, II, III, IV и V. Наиболее безопасны в отношении пожаров здания I и II степеней огнестойкости.

В постройках и сооружениях I и II степеней огнестойкости все конструктивные элементы несгораемые (кроме крыш в зданиях с чердаками, которые могут быть сгораемыми) с пределами огнестойкости соответственно 0,5...2 ч и 0,25...2 ч. При III степени огнестойкости зданий и объектов несгораемыми должны быть только несущие стены, каркас, колонны, а перегородки, междуэтажные и чердачные перекрытия могут быть из трудносгораемых материалов или из сгораемых, но оштукатуренных или обработанных огнезащитным составом. В со-

оружениях IV степени огнестойкости несгораемыми могут быть только противопожарные стены (брандмауэры), разделяющие здания большой площади на части; несущие стены, колонны, перегородки и заполнение каркасных стен должны быть трудносгораемыми, а несущие элементы покрытий могут быть сгораемыми. У зданий V степени огнестойкости все элементы, кроме брандмауэров, могут быть из сгораемых строительных материалов.

В зданиях всех степеней огнестойкости допускается делать сгораемыми: щитовые перегородки, остекленные при высоте глухой части до 1,2 м от пола, а также сборно-разборные и раздвижные; полы (кроме тех помещений, где применяют или хранят ЛВЖ и ГЖ); оконные переплеты, ворота и двери, кроме расположенных в противопожарных стенах; облицовку стен, перегородок и потолков, обрешетку крыш и стропила в зданиях с чердаками; кровлю в зданиях III, IV и V степеней огнестойкости с чердаками.

12.7 Вещества и техника для тушения пожаров.

Способы прекращения горения. Огнегасящие вещества

12.7.1 Способы прекращения горения, огнегасящие вещества

Чтобы не допустить или прекратить горение, надо исключить одно из трех необходимых его условий: горючее вещество, окислитель или источник зажигания. Для этого применяют следующие способы:

- ▶ прекращают доступ окислителя в зону горения или к горючему веществу или снижают поступающий его объем до предела, при котором горение становится невозможным;
- ▶ понижают температуру горящего вещества ниже температуры воспламенения или охлаждают зону горения;
- ▶ ингибируют (тормозят) реакцию горения;
- ▶ механически срывают (отрывают) пламя сильной струей огне-гасящего вещества.

Вещества или материалы, способные прекратить горение, называют огнегасящими средствами.

К ним относят воду, химическую и воздушно-механическую пену, вод-

ные растворы солей, инертные и негорючие газы, водяной пар, галоидоуглеродородные смеси и сухие твердые вещества в виде порошков.

Огнегасящие средства классифицируют по следующим признакам:

1. По способу прекращения горения:

- ▶ охлаждающие (вода, твердая углекислота и т. п.),
- ▶ разбавляющие концентрацию окислителя в зоне горения (углекислый газ, инертные газы, водяной пар и т. п.),
- ▶ изолирующие зону горения от окислителя (порошки, пены и т. п.)
- ▶ ингибирующие галоидоуглеродородные смеси, в состав которых могут входить тетрафтордифторэтан (хладон 114В2), трифторбромэтан (хладон 13В1), бромистый метилен, а также составы на основе бромистого этила (3,5; 4НД; СЖБ; БФ); (цифры в обозначении составов, указанных последними, показывают, во сколько раз они эффективнее диоксида углерода);

2. По электропроводности:

- ▶ электропроводные (вода, химические и воздушно-механические пены);
- ▶ неэлектропроводные (инертные газы, порошковые составы);
- ▶ нетоксичные (вода, пены, порошки);
- ▶ малотоксичные (CO_2 , N_2) и токсичные ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ и т. п.).

Вода по сравнению с другими огнегасящими веществами имеет наибольшую теплоемкость и пригодна для тушения большинства горючих веществ. При нагревании 1 л воды от 0 до 100 °С поглощается 419 кДж теплоты, а при испарении – 2258 кДж. Попадая на поверхность горящего вещества, вода нагревается и испаряется, отбирая соответствующее количество теплоты и понижая его температуру. Выделяющийся пар имеет объем, в 1700 раз превышающий объем воды, поэтому он резко снижает концентрацию кислорода в зоне горения и затрудняет доступ окислителя к горючему веществу.

При подаче воды под высоким давлением достигается эффект механического срыва пламени, а не успевшая испариться жидкость стекает на расположенные рядом еще не загоревшиеся материалы, затрудняя их воспламенение. Для тушения веществ, плохо смачиваемых водой (торфа, упакованных в тюки шерсти, хлопка и др.), в нее для снижения поверхностного натяжения

вводят поверхностно-активные вещества, в качестве которых используют смазочные материалы ДБ, НБ, пенообразователи ПО-1, ПО –1Д, сульфанол, мыло и другие.

Кроме таких преимуществ, как высокая эффективность, широкая доступность и низкая стоимость, воде свойственны и недостатки, ограничивающие ее применение. Водой нельзя тушить находящееся под напряжением электрическое оборудование, жидкие горючие вещества меньшей плотности, а также материалы, портящиеся или разлагающиеся под ее действием (например, книги или карбид кальция, выделяющий при попадании воды взрыво- и пожароопасный газ – ацетилен). Существенным недостатком считают и способность воды превращаться в лед при снижении ее температуры до 0 °С и менее.

Водяной пар используют при тушении пожаров в помещениях объемом до 500 м³, а также небольших пожаров на открытых площадках и установках. Пар увлажняет горящие предметы и снижает концентрацию кислорода в зоне горения. Огнегасительная концентрация водяного пара составляет примерно 36% по объему.

Пены широко используют для тушения ЛВЖ и ГЖ плотностью менее 1000кг/м³. Пена представляет собой систему, в которой дисперсной фазой всегда является газ. Пузырьки газа могут образовываться внутри жидкости в результате химических процессов (химическая пена) или механического смешивания воздуха с жидкостью (воздушно-механическая пена). Чем меньше размеры пузырьков газа и поверхностное натяжение пленки жидкости, тем больше механическая устойчивость (малая вероятность разрушения) пены. Плотность химической пены колеблется в пределах 150...250г/м³, а воздушно-механической –70...150 кг/м³, поэтому пены обоих видов свободно плавают на поверхности горючих жидкостей, не растворяясь в ней, охлаждая поверхность и изолируя ее от пламени. Способность пены хорошо удерживаться на вертикальных и потолочных поверхностях обуславливает ее незаменимость в ряде случаев при тушении пожаров. Однако пена, как и вода, обладает электропроводностью, что ограничивает ее применение.

Воздушно-механическая пена получается при смешивании воды, в которую добавлен пенообразователь, с воздухом в пеногенераторах, воздушно-

пенных стволах и огнетушителях. **Пенообразователями называют вещества**, находящиеся в коллоидном состоянии и способные адсорбироваться в поверхностном слое раствора на границе жидкость — газ. Используют пенообразователи ПО-1, ПО-1Д, ПО-1С, ПО-6К, а также морозоустойчивый (до — 40 °С) ПО «Морозко». **Воздушно–механическая пена абсолютно безвредна для людей, не вызывает коррозию металлов, обладает высокой экономичностью.**

Химическая пена образуется при взаимодействии щелочного и кислотного растворов в присутствии пенообразователей. Она представляет собой концентрированную эмульсию диоксида углерода в водном растворе минеральных солей. Такую пену получают с помощью пеногенераторов или химических пенных огнетушителей. Из-за высокой стоимости и сложности приготовления химическую пену все чаще заменяют воздушно-механической.

К огнегасящим веществам, находящимся в нормальных условиях в газообразном состоянии, относятся: диоксид углерода, азот, инертные газы (аргон, гелий), водяной пар и дымовые газы. Их огнегасящая концентрация в воздухе находится в пределах 30...40 %. Быстро смешиваясь с воздухом, эти газы понижают концентрацию кислорода в зоне горения, отнимают значительное количество теплоты и тормозят интенсивность горения.

Диоксид углерода (СО₂) применяют для быстрого (в течение 2... 10 с) тушения загоревшихся двигателей внутреннего сгорания, электроустановок, небольших количеств горючих жидкостей, а также для предупреждения воспламенения и взрыва при хранении ЛВЖ, изготовлении и транспортировке горючих пылей (угольной и т. п.). Диоксид углерода хранят в сжиженном состоянии в баллонах, в том числе огнетушителях. При выпуске из баллона он сильно расширяется и, охлаждаясь, переходит в твердое состояние, образуя белые хлопья температурой –78,5 °С. Отбирая теплоту из зоны горения количеством 570 кДж на 1 кг твердого вещества, диоксид углерода нагревается и переходит в газообразное состояние – углекислый газ. Так как углекислый газ примерно в 1,5 раза тяжелее воздуха, он оттесняет кислород от горящего вещества, прекращая реакцию горения. **Диоксид углерода нельзя применять для тушения щелочных и щелочно-земельных металлов (так как он вступает с**

ними в химическую реакцию), этилового спирта (в котором углекислый газ растворяется) и материалов, способных гореть без доступа воздуха (целлулоид и т. п.). При использовании CO_2 необходимо помнить о его токсичности при небольших (до 10 %) концентрациях, а также о том, что 20%-ное содержание диоксида углерода в воздухе смертельно для человека.

Инертные, дымовые газы и отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания чаще всего применяют для заполнения сосудов и емкостей с целью избежания пожара при выполнении сварочных работ.

Галоидоуглеводородные составы (газы и легкоиспаряющиеся жидкости) представляют собой соединения атомов углерода и водорода, в которых атомы водорода частично или полностью замещены атомами галоидов (фтора, хлора, брома). Огнегасительное действие таких составов основано на химическом торможении реакции горения, поэтому их еще называют ингибиторами или флегматизаторами. У галоидоуглеводородных составов большая плотность, повышающая эффективность пожаротушения и низкие температуры замерзания, позволяющие использовать их при отрицательных (по шкале Цельсия) температурах воздуха. Существенным недостатком таких составов является их токсичность при вдыхании и попадании на кожу. Кроме того, бромистый этил и составы на его основе в определенных условиях могут гореть, что ограничивает их использование.

Твердые огнегасительные вещества в виде порошков применяют для ликвидации небольших очагов загораний, а также горения материалов, не поддающихся тушению другими средствами. Порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли с различными добавками, препятствующими их слеживанию и комкованию (например, с тальком) и способствующими плавлению (с хлористым натрием или кальцием и др.). Такие составы обладают хорошей огнетушащей способностью, в несколько раз превышающей способность галоидоуглеводородов, и универсальностью, благодаря которой прекращается горение большинства горючих веществ. На горячей поверхности огнегасительные порошки создают препятствующий горению слой, а выделяющиеся при разложении некоторых составных частей порошков (соды и аналогичных веществ) негорючие

газы усиливают эффективность тушения. **Наиболее распространены порошки на основе бикарбоната натрия (ПСБ-3), диаммоний фосфата (ПФ), аммофоса (П-1А), насыщенного хладоном 114В2 силикагеля (СИ-2) и другие.** В зону горения порошки могут подаваться с помощью сжатого диоксида углерода, азота или механическим способом.

12.7.2 Техника для тушения пожаров

Различают пожарную технику следующих видов:

пожарные машины (автомобили, мотопомпы и прицепы);

- ▶ установки пожаротушения;
- ▶ установки пожарной сигнализации;
- ▶ огнетушители;
- ▶ пожарное оборудование;
- ▶ пожарный ручной инструмент;
- ▶ пожарный инвентарь;
- ▶ пожарные спасательные устройства.

Каждое производственное помещение, здание или сооружение должно быть обеспечено пожарной техникой того или иного вида в соответствии с Правилами пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ-01-93).

Установки пожаротушения классифицируют:

1. **По степени мобильности на:** стационарные, полустационарные и передвижные.

2. **В зависимости от рода и составов огнегасительных веществ их делят на:** аэрозольные (галоидоуглеводородные), водяные (спринклерные, дренчерные и установки с лафетными стволами), газовые (азотные, углекислотные), жидкостные, паровые и порошковые.

Стационарными называют установки пожаротушения, смонтированные внутри производственного объекта (здания, сооружения) и постоянно готовые к действию. **Они могут быть автоматические и дистанционные.**

Автоматические установки при возникновении пожара действуют без участия обслуживающего персонала.

Дистанционные установки приводятся в действие людьми.

Автоматические средства тушения пожара применяют в случаях, когда возникновение и развитие пожара могут привести к несчастным случаям с людьми, дестабилизации деятельности всего предприятия и значительному материальному ущербу.

К объектам, защищаемым такими средствами, относятся энергетические узлы, газораздаточные станции и пункты, насосные станции по перекачке ЛВЖ и ГЖ, а также склады и помещения, в которых на 1 м² находится более 100кг горючих материалов.

На сельскохозяйственных предприятиях наиболее распространены **спринклерные** (англ, sprinkle – брызгать) и **дренчерные** (англ, drench – смачивать) установки водяного и пенного пожаротушения.

Спринклерные установки предназначены для автоматической подачи сигнала о пожаре и защиты от пожаров объектов, в которых скорость распространения огня ограничена, что позволяет своевременно вступившим в действие спринклерам локализовать источник пожара. Спринклерная установка (рис. 12.1) состоит из источника водоснабжения, насосов, контрольно-сигнальной системы, водопроводов и спринклерных головок.

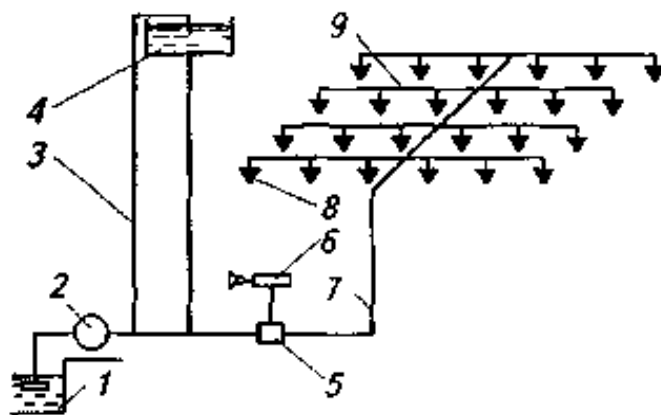


Рисунок 12.1 – Спринклерная установка

Сеть магистральных и распределительных водопроводных труб располагают под перекрытием и заполняют водой под давлением, создаваемым автоматическим водопитателем (водопроводом, водонапорным баком или гидропневматической

установкой), способным подавать не менее 10 л/с в течение 10 мин. Поскольку такого количества воды для тушения пожара может оказаться недостаточно, в установке обычно размещают основной водопитатель (насос, водопровод или запасную емкость), который должен обеспечивать расход воды не менее 30 л/с в течение 1 ч.

В распределительный трубопровод через каждые 3...4 м ввернуты спринклерные головки, что позволяет орошать одним спринклером в зависимости от конструкции и диаметра проходного отверстия 6...36м² площади пола помещения. Выходные отверстия головок (рис. 26.2) закрыты легкоплавкими замками (клапанами), рассчитанными на вскрытие при достижении температуры 72, 93, 141, 182 или 240 °С. При расплавлении замка вода поступает в головку, ударяется о розетку и, разбрызгиваясь, поступает в зону горения. Интенсивность орошения площади помещения при этом составляет более 0,1л/с•м². Одновременно контрольно – сигнальная система включает основной водопитатель и подает сигнал пожарной тревоги.

В неотапливаемых помещениях с температурой воздуха 0°С и ниже применяют водовоздушные спринклерные установки, заполняемые водой только до контрольно-сигнальных клапанов, после которых в трубопроводах со спринклерами находится сжатый воздух. При вскрытии головок сначала выходит воздух, а затем начинает поступать вода.

Практика применения спринклерных установок показала, что в зданиях, оборудованных ими, обеспечивается тушение свыше 90 % возникающих пожаров, в том числе и до прибытия пожарных формирований.

Дренчерные установки предназначены для автоматического или ручного тушения пожара по всей площади помещения, а также для создания водяных завес в проемах дверей или окон, орошения отдельных элементов технологического оборудования и т. п.

Автоматически срабатывающее дренчерное оборудование приводится в действие тросовой, пневматической или электрической пусковой установкой. Дренчерные головки (рис. 12.2) не имеют замков, и их выходные отверстия всегда открыты.

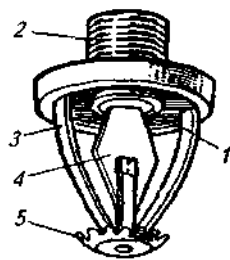


Рисунок 12.2 – Дренчерная головка

Вода в головки поступает через клапаны группового действия, автоматически включающиеся с помощью при определенной температуре, применяют также дренчерные установки, приводимые в действие ручной задвижкой. При наличии электрифицированной задвижки пуск установки осуществляется автоматической пожарной сигнализацией. Вода в **дренчерные** установки подается из расчета $10 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$, а при их монтаже в помещениях повышенной пожарной опасности (более 200 кг горючих материалов на 1 м^2) – $0,3 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$.

Для повышения эффективности действия **спринклерные и дренчерные** установки комплектуют пенообразующими оросителями или устройствами для смешивания пенообразователя с водой. Такие установки применяют в производственных помещениях различного назначения: окрасочных и сушильных камерах; в отделениях обкатки двигателей внутреннего сгорания в ремонтных мастерских; в помещениях, где обрабатываются и хранятся различные твердые горючие материалы, в том числе и плохо смачиваемые водой; в трансформаторных подстанциях и др.

Пожарные машины – очень эффективные технические средства пожаротушения. Они предназначены для доставки к месту пожара различных огнегасительных веществ и составов, боевого расчета и пожарно-технического оборудования. К этим средствам относят: пожарные автоцистерны; автонасосные станции; автонасосы; насосно-рукавные автомобили; автомобили воздушно-пенного, порошкового, углекислотного, газовойдяного и комбинированного тушения; пожарные автолестницы; коленчатые и телескопические автоподъемники; автомобили связи и освещения, газодымозащитные, дымоудаления, рукавные и т. п.

Пожарные автомобили оборудуют на базе серийных грузовых автомобилей преимущественно высокой проходимости и окрашивают в красный цвет,

наноса белые полосы. Например, автоцистерна АЦ-40(131), смонтированная на шасси автомобиля ЗиЛ – 131, имеет пожарный насос, два пеногенератора ГПС – 600, лафетный ствол, 400м напорных рукавов и способна перевозить до 2400л воды и до 150л пенообразователя. Она способна обеспечить подачу в зону горения 40 л/с воды, а при использовании лафетного ствола – 200 л/с пены. Пожарный автомобиль **АП-5 (53213)** предназначен для тушения порошковыми составами. Он выполнен на шасси автомобиля КамАЗ-53213 и может доставить к месту пожара до 5,8т порошка. Выброс огнегасительного вещества обеспечивается за счет энергии сжатого до 15 МПа воздуха, находящегося в девяти 50-литровых баллонах. **Пожарный автомобиль комбинированного тушения АКТ-2/2,5(133ГЯ)** на шасси ЗиЛ-133ГЯ способен перевозить до 2500л воды, 180 л пенообразователя и 3т порошка. Существуют и другие марки пожарных автомобилей (**АЦ-2, АЦ-30, ПНС-131** и т. д.), различающиеся (по эффективности пожаротушения) грузоподъемностью и подачей огнегасительного средства.

Переносные и прицепные мотопомпы служат для подачи воды от ее источников к месту тушения пожара. Они состоят из двигателя внутреннего сгорания, центробежного насоса, вакуум-аппарата, предназначенного для заполнения водой всасывающего патрубка насоса, и приспособления для транспортировки. Прицепные **мотопомпы МП-1400 и МП-1600** смонтированы на шасси специальной конструкции и доставляются к водоему автомобилями или тракторами. Переносные мотопомпы МП-600А и МП-800Б можно перемещать вручную, на грузовых автомобилях, в прицепах и т.д. Цифра в маркировке мотопомп означает обеспечиваемую ими подачу воды в л/мин. Мотопомпы создают давление 0,6...0,8 МПа.

В сельском хозяйстве с целью интенсификации процесса тушения пожара и снижения материальных потерь применяют **специализированную технику**, которую по способу использования можно условно разделить на три группы:

- ▶ транспортировка огнегасительных средств к месту пожаротушения в собственных емкостях;
- ▶ подача воды от источника к месту пожара по системе напорных рукавов, шлангов или с помощью специальных стволов;
- ▶ выполнение вспомогательных работ.

Для подвоза и подачи в зону горения воды или раствора пенообразователя приспособливают оснащенные насосами для перекачки жидкостей мобильные сельскохозяйственные машины с емкостями объемом не менее 1,5...3м³. Их доукомплектовывают напорными пожарными рукавами, пожарными стволами, а в некоторых случаях пеногенераторами или воздушно-пенными стволами. К таким машинам относятся автоцистерны АЦ-4,2, аммиачные цистерны АЦА-3,85, жиже-разбрасыватели РЖ-1,7А, разбрасыватели жидких удобрений типа РЖУ и РЖТ, автобензозаправщики и другие

Для подачи воды в зону горения по системе напорных рукавов **применяют передвижные насосные станции СНП** различных модификаций, стационарные моечные машины, а также **навесные насосы** НШН-600 и НШН-600М, устанавливаемые на передний бампер автомобилей или присоединяемые к валу отбора мощности трактора. С этой же целью можно использовать **дальнеструйные дождевальные установки типа ДЦН**, у которых следует заглушить малое сопло, а в большое ввернуть специально изготовленную переходную муфту с соединительной головкой диаметром 70 мм. Кроме того, при наличии соответствующих условий дождевальные установки можно использовать непосредственно для тушения пожара.

Вспомогательные работы на пожаре можно выполнять различными сельскохозяйственными машинами. Например, доставлять людей к месту пожара на автобусах и в специально приспособленных грузовых автомобилях, опаживать горящие хлебные массивы тракторами, агрегатированными плугами, создавать валы бульдозерами вокруг растекающейся горючей жидкости и т. д.

Первичные средства пожаротушения предназначены для тушения небольших загораний, а также пожаров в начальной стадии их развития до прибытия пожарных формирований.

К ним относятся: ручные, передвижные и стационарные огнетушители; бочки с водой вместимостью не менее 200л, укомплектованные ведрами емкостью 8 л и более; ящики с песком объемом 0,5, 1 и 3 м³, укомплектованные совковыми лопатами; пожарные щиты, укомплектованные ручными огнетушите-

лями, ломami, баграми, топорами, асбестовым полотном (войлоком, грубошерстной тканью) размером не менее 1 х 1 м и т. д.

Каждый стационарный или мобильный производственный объект должен быть оснащен необходимыми первичными средствами тушения пожара, количество которых установлено Правилами пожарной безопасности.

Огнетушителем называют устройство для тушения пожара за счет выпуска огнетушительного средства после приведения его в действие.

Существуют огнетушители различных типов: химические пенные, углекислотные, бромэтиловые, воздушно-пенные и порошковые.

Применяют огнетушители марок: химический пенный огнетушитель ОХП-10; химический воздушно-пенный огнетушитель ОХВП-10; воздушно-пенные огнетушители бывают ручные (ОВП-5 и ОВП-10) и стационарные (ОВП-100 и ОВПУ-250); углекислотный огнетушитель ОУ-2, углекислотно-бромэтиловые огнетушители ОУБ-3 и ОУБ-7, огнетушитель ОП-1 «Момент-2П».

Существует разновидность порошковых огнетушителей — **самосрабатывающие**. Например, огнетушитель **ОСП-1** представляет собой стеклянную колбу в металлической оправе длиной 500 мм и диаметром 54 мм, заполненную порошком. В середине колбы находится прослойка специального твердого вещества, переходящего в газообразное состояние при температуре 100 °С. Создаваемое при такой температуре давление разрывает колбу, что приводит к импульсному выбросу порошка, который разбрасывается в пространстве объемом 5...8м³, засыпая источник пожара (рис.12.3).

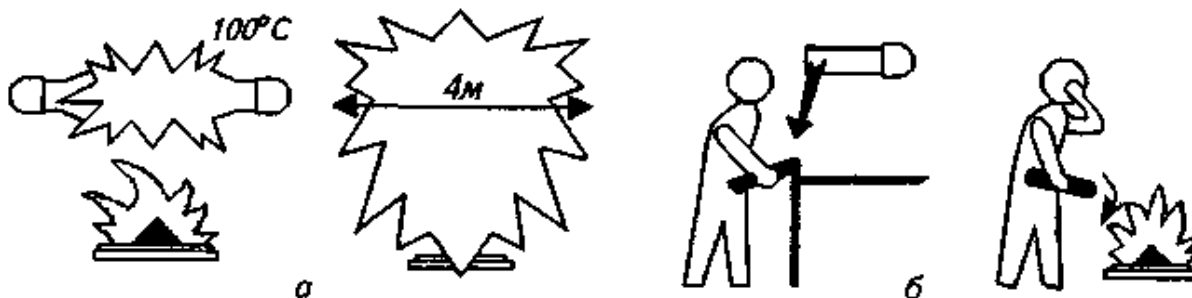


Рисунок 12.3 – Схемы действия огнетушителя ОСП -1:
а) – при срабатывании; б) – при ручном использовании

Выбор типа и расчет необходимого числа огнетушителей зависят от их огнегасящей способности, предельной площади и класса пожара согласно ИСО 3941—77.

К классу А относят пожары твердых веществ, в основном органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (древесина, бумага, текстиль); к классу В — пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ; к классу С — пожары газов; к классу Д — пожары металлов и их сплавов; к классу Е — пожары, связанные с горением электроустановок.

Выбор типа огнетушителя (передвижной или ручной) обусловлен размерами возможных очагов пожара. При их значительных размерах необходимо использовать передвижные огнетушители. Следует также обеспечить соответствие температурных пределов использования огнетушителя климатическим условиям эксплуатации здания или сооружения. В помещениях, оборудованных автоматическими стационарными установками пожаротушения, предусматривают наличие 50 % огнетушителей от их расчетного числа. Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя должно быть не более 20 м для общественных зданий и сооружений; 30 м для помещений категорий А, Б и В; 40 м для помещений категорий В и Г; 70 м для помещении категории Д.

Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, проходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Их следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,5 м. Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных и складских помещениях, а также на территории объектов необходимо оборудовать пожарные щиты (пункты).

12.7.3 Противопожарное водоснабжение

Комплекс устройств для подачи в достаточном количестве и с достаточным напором воды к месту пожара называется противопожарным водоснабжением. Для этого согласно СНиП на всех сельскохозяйственных предприятиях предусматривают устройство противопожарных водопроводов.

Водопроводы наружного пожаротушения по способу создания напора

бывают:

- ▶ постоянного высокого давления;
- ▶ высокого давления, повышаемого только во время пожара, с напором, достаточным для непосредственной подачи воды для тушения от установленных на сети гидрантов;
- ▶ низкого давления с подачей воды для тушения с помощью привозных насосов.

Противопожарный водопровод постоянного высокого давления устраивают сравнительно редко вследствие больших материальных затрат, ограниченного времени его использования и необходимости устройства высокой водонапорной башни или пневматической установки.

Противопожарный водопровод высокого давления, повышаемого только во время пожара, устраивают главным образом на нефтеперерабатывающих комплексах, комбинатах по производству бумаги и других объектах, отличающихся высокой пожарной опасностью. Такой водопровод объединяют с хозяйственно-питьевым водопроводом, и напор при тушении увеличивается только в хозяйственно-питьевой сети, оставаясь неизменным в остальной части водопроводов.

Противопожарные водопроводы низкого давления широко распространены в населенных пунктах, где других сетей кроме хозяйственных не бывает. Такой водопровод рассчитывается таким образом, что при пожаре увеличивается только количество подаваемой воды; напор же в сети поддерживается не ниже 0,1 МПа. Поэтому отбор воды для тушения пожаров из таких водопроводов производят с помощью привозных пожарных насосов (автонасосов, мотопомп и т. п.), которыми должна быть обеспечена находящаяся в непосредственной близости от вероятных объектов тушения пожарная команда. На производствах, где пожарный расход по сравнению с расходом воды на технологические нужды невелик и не влияет на напор производственного водопровода, также устраивают объединенный с производственным противопожарный водопровод низкого давления.

Наружную сеть противопожарного водопровода размещают на расстоянии

не ближе 5 м от зданий и не далее 2,5 м от обочины дороги. На сети устанавливают водозаборные пожарные гидранты в таком количестве, чтобы обеспечить тушение любого из обслуживаемых этим водопроводом зданий не менее чем от двух гидрантов при требуемом расходе воды на наружное пожаротушение $Q_H = 15$ л/с и более или от одного гидранта при ($Q_H < 15$ л/с. При этом длина прокладываемых рукавных линий в зависимости от вида подключаемой к гидранту пожарной техники должна быть не более 100...200 м.

Внутренний противопожарный водопровод должен обеспечивать подачу воды для образования струй, необходимых при тушении пожара. Для этого требуются: водонапорная башня с определенным запасом воды, непрерывная работа насосов или устройство пневматического водоснабжения, заменяющее водонапорную башню. Внутри зданий устанавливают пожарные краны. Как правило, их размещают у входов, на лестничных площадках, в коридорах и других доступных местах на высоте 1,35 м от пола. Пожарные краны располагают в шкафчиках с надписью красного цвета ПК и комплектуют пожарными рукавами длиной 10, 15 или 20 м, а также пожарными стволами.

Внутренний противопожарный водопровод можно не предусматривать в следующих случаях:

- ▶ в зданиях I и II степеней огнестойкости с производствами категорий Г и Д независимо от их объема;
- ▶ в зданиях III...V степеней огнестойкости объемом не более 1000 м³ с производствами тех же категорий;
- ▶ при отсутствии водопроводной сети, когда для наружного тушения пожара предусмотрено устройство пожарного водоема.

Если нет противопожарных водопроводов, то источниками водоснабжения могут служить естественные водоемы (реки, озера, пруды и т.д.) или специально построенные пожарные водоемы. Последние следует располагать на территории наиболее пожароопасных производственных участков или объектов на расстоянии не ближе 10 м от зданий I и II степеней огнестойкости и не ближе 30 м от зданий III...V степеней огнестойкости. Пожарных водоемов должно быть не менее двух, а их объем независимо от расчетного значения должен быть не менее

50 м³. Радиус обслуживания одного водоема при использовании пожарных автомобилей и автонасосов принимают равным 200 м, при использовании прицепных мотопомп – 150 м, переносных мотопомп – 100 м.

Рядом с пожарными водоемами следует оборудовать площадку с твердым покрытием. Размеры площадки должны быть достаточны для свободного маневрирования и размещения забирающей воду техники. На естественных водоемах в холодный период года для обеспечения беспрепятственного забора воды необходимы проруби размером не менее 0,6 х 0,6 м или другие специальные приспособления, препятствующие образованию в ней льда.

12.7.4 Автоматическое обнаружение пожаров

Для быстрого и успешного тушения пожаров важно как можно раньше их обнаружить с целью своевременного включения автоматических средств тушения или вызова пожарных подразделений к месту загорания.

Автоматическая пожарная сигнализация предназначена для обнаружения пожара в начальной стадии развития, сообщения о месте его возникновения, а в случае необходимости и для введения в действие установок автоматического пожаротушения и дымоудаления. Наиболее распространены системы электрической пожарной сигнализации (ЭПС).

Различают пожарные и охранно-пожарные системы ЭПС, включающие в себя следующие основные элементы:

- ▶ пожарные извещатели (датчики), реагирующие на изменение каких-либо физических параметров при возникновении в помещении пожара;
- ▶ приемно-контрольную станцию, принимающую сигналы от датчиков и передающую их на центральный пункт пожарной связи;
- ▶ линии связи; источник питания; звуковые или световые сигнальные устройства.

Пожарные извещатели по способу включения бывают ручного и автоматического действия.

1. Извещатели ручного действия в зависимости от способа соединения их с приемными станциями делят на **лучевые и шлейфные**.

В лучевых системах каждый извещатель соединен с приемной станцией парой самостоятельных проводов, образующих отдельный луч. Каждый луч включает не менее трех извещателей. При ручном нажатии кнопки каждого из этих извещателей приемная станция получает сигнал, указывающий номер луча, т. е. место пожара.

У пожарной сигнализации шлейфной системы извещатели включены последовательно в один общий провод (шлейф), начало и конец которого соединены с приемной станцией. В один шлейф включено до 50 извещателей. Действие такой системы основано на принципе передачи извещателем определенного числа импульсов (кода извещателя).

2. Автоматические пожарные извещатели в зависимости от фактора, на который они реагируют, бывают **тепловые, дымовые, световые, ультразвуковые и комбинированные**.

По принципу действия их делят на

▶ **максимальные** (срабатывающие при достижении максимально допустимого уровня какого-либо фактора);

▶ **дифференциальные** (реагирующие на скорость изменения параметра, на который они настроены);

▶ **максимально-дифференциальные** (работающие как при определенной скорости нарастания температур, так и при критических температурах воздуха в помещении).

▼ **Тепловые извещатели** (АТП-ЗВ, АТИМ-1, АТИМ-3, АТП-Зм, ДТЛ, ДПС-038, ПОСТ-1, ДМД, МДПИ-028 и др.) действуют при распространении теплоты от очага пожара. При пожаре нагретые массы воздуха устремляются вверх, поэтому термоизвещатели устанавливаются на потолке охраняемого помещения. Чувствительными элементами тепловых извещателей могут быть биметаллические пластинки или спирали, пружинящие пластинки со спаянными легкоплавким припоем концами, электроконтактные термометры, терморезисторы, термопары и др. Датчики с плавкими или сгораемыми вставками

не восстанавливаются, а газовые, ртутные, жидкостные, металлические и биметаллические самовосстанавливаются.

Пожарно-охранная сигнализирующая установка типа ФЭУП (фотоэлектрическое устройство для охраны помещений) работает за счет преобразования инфракрасного излучения в электрическую энергию. Охрана объекта достигается за счет создания невидимого инфракрасного луча вдоль заданного направления и подачи сигнала тревоги при ослаблении луча вследствие задымления помещения или пересечения его движущимся объектом.

Необходимо регулярно контролировать исправность извещателей систем ЭПС. Тепловые излучатели проверяют с помощью переносного источника теплоты (например, лампы мощностью не менее 150 Вт с рефлектором) не реже одного раза в год. Работу дымовых и комбинированных излучателей контролируют, как правило, один раз в месяц посредством переносных источников дыма и теплоты. Световые извещатели проверяют пламенем свечи или спички.

Глава 13 Доврачебная помощь пострадавшим при несчастных случаях

13.1 Способы оживления пострадавших

Оживление (реанимация) – комплекс мероприятий, направленных на восстановление дыхания, кровообращения и других жизненно важных функций организма человека. При первой доврачебной помощи оживление проводят тогда, когда отсутствуют или резко угнетены дыхание и сердечная деятельность.

Биологическая смерть наступает не сразу – ей предшествует агония и клиническая (обратимая) смерть. При агонии затемняется сознание, отсутствует пульс на лучевой артерии, наблюдаются неритмичное поверхностное, а иногда и судорожное дыхание, бледность или синюшность кожных покровов. За агонией может последовать клиническая смерть, которая характеризуется прекращением сердцебиения и дыхания. Продолжительность клинической смерти невелика – всего 4...6 мин. После этого в организме, прежде всего в коре головного мозга, развиваются необратимые изменения. Если этот срок упущен и наступит биологическая смерть, то оживление становится невозможным. Вот почему при внезапной остановке сердца (об этом судят по отсутствию пульса на сонной или бедренной артерии) или резком ослаблении сердечной деятельности, что сопровождается отсутствием пульса на лучевой артерии, а также при отсутствии дыхания или грубом его расстройстве необходимо немедленно приступить к простейшей реанимации, которая весьма эффективна, если проводится своевременно и правильно. Основные способы реанимации: проведение искусственного дыхания и непрямой массаж сердца.

Правила выполнения искусственного дыхания. Прежде всего необходимо обеспечить проходимость дыхательных путей. Для этого пострадавшего укладывают на спину на жесткую поверхность (пол, щит и т. п.), голову максимально запрокидывают назад, а нижнюю челюсть выдвигают вперед, чтобы зубы нижней челюсти располагались впереди верхних зубов. Затем, обмотав палец носовым платком, быстрыми, но осторожными круговыми движениями освобождают полость рта от инородных тел (пищи, ила, зубных протезов и т. п.), а

также от слизи и слюны. После этого приступают непосредственно к проведению искусственного дыхания до полного восстановления естественного (самостоятельного) дыхания.

Наиболее эффективный безаппаратный способ искусственного дыхания – это способ «изо рта в рот» (рис. 13.1).

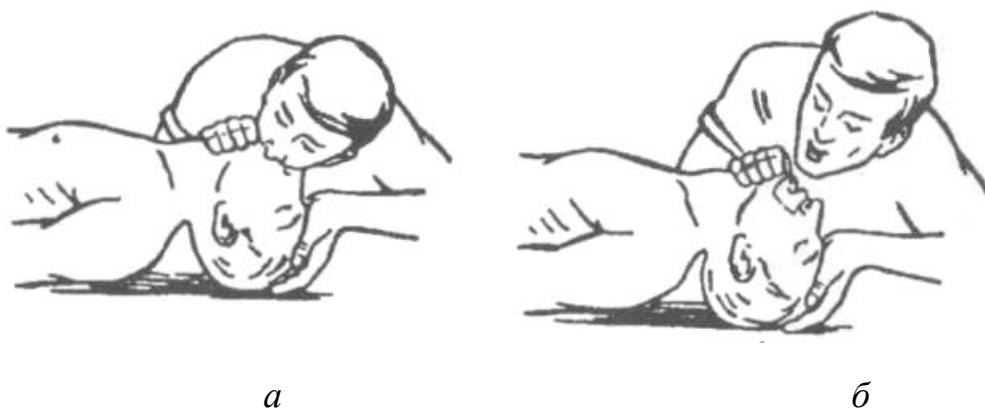


Рисунок 13.1 – Проведение искусственного дыхания способом «изо рта в рот»: *а* – вдох; *б* – выдох

При этом грудь, живот и конечности пострадавшего освобождают от всего, что может стеснять их движения. Затем оказывающий помощь запрокидывает голову оживляемому назад (при этом подбородок пострадавшего должен занять максимально приподнятое положение) и открывает ему рот, оттягивая подбородок вниз. Другой рукой необходимо удерживать голову пострадавшего в запрокинутом положении и двумя пальцами зажать ему нос. Затем оказывающий помощь делает глубокий вдох, плотно прикладывает свой рот через платок ко рту пострадавшего и энергично выдыхает воздух в его рот. После этого следует отнять свой рот ото рта пострадавшего: его грудная клетка опадет – произойдет выдох. Вдувание воздуха нужно ритмично повторять 12 ... 14 раз в минуту.

Если остановка дыхания сопровождается прекращением сердечной деятельности, то одновременно с искусственным дыханием следует проводить непрямой массаж сердца. В этом случае рекомендуется через каждые два вдувания воздуха в легкие пострадавшего 15 раз надавливать на его грудину с периодичностью одно надавливание в секунду. Если же помощь оказывают двое, то в паузе перед каждым последующим вдуванием воздуха выполняют 5 ... 7 массажных движений на сердце.

Правила выполнения непрямого массажа сердца. При проведении непрямого массажа сердца необходимо освободить грудную клетку пострадавшего от одежды, положить его на спину на жесткую поверхность (пол, стол и т. п.), а ноги для лучшего притока крови к сердцу из вен нижней части тела приподнять примерно на 0,5 м. Затем оказывающий помощь кладет ладонь правой руки на нижнюю половину грудины (на два пальца выше ее нижнего края), слегка приподнимая при этом пальцы. Ладонь левой руки спасатель накладывает поверх правой поперек и надавливает, помогая собственным корпусом (рис. 31.2).

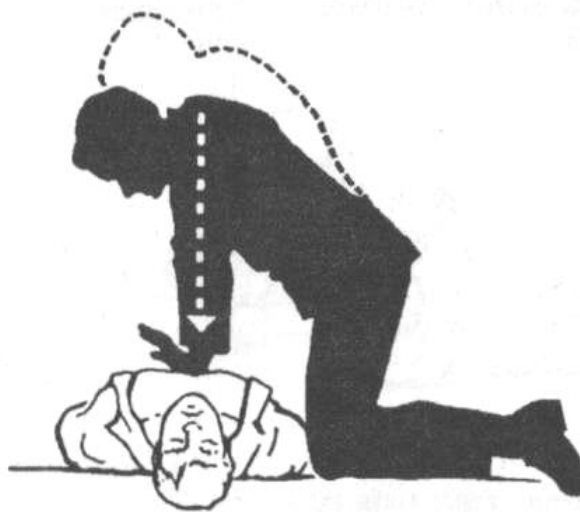


Рисунок 13.2 – Проведение непрямого массажа сердца

Надавливать следует быстрыми толчками с периодичностью 60...80 раз в минуту.

При надавливании на грудную клетку сердце сжимается между грудиной и позвоночником и кровь из полостей этого органа выталкивается в сосуды. При отпуске рук от груди за счет эластичности мышц сердце возвращается к первоначальному объему и кровь из крупных вен подсасывается в полости сердца.

Массаж сердца считается эффективным при появлении пульса на сонных, бедренных и лучевых артериях, при сужении зрачков и появлении их реакции на свет, при исчезновении бледно – землистой (синюшной) окраски кожи, а в последующем – при восстановлении дыхания и кровообращения. Если дыхание не восстанавливается и зрачки расширены, искусственное дыхание и непрямой массаж сердца нельзя прерывать даже на короткое время до приезда скорой помощи.

13.2 Первая медицинская помощь при ранениях

Рана — это открытое повреждение с нарушением целостности кожных покровов и видимых слизистых оболочек. Основные признаки раны: зияние (расхождение краев раны вследствие сократительной способности кожи), боль (реакция нервных окончаний на повреждение организма) и кровотечение.

Для скорейшего заживления раны, предупреждения попадания в нее микробов и травмирования поврежденных тканей необходимо соблюдать следующие основные правила оказания первой помощи:

1. Запрещается касаться раны, извлекать из нее что-либо, отрывать прилипшую к ране обгоревшую одежду (одежду можно лишь обрезать по свободному краю), промывать и смазывать рану (можно смазать кожу вокруг раны настойкой йода).

2. Рану необходимо забинтовать, используя для этого только стерильный перевязочный материал.

3. Создать покой поврежденным тканям, так как движение усиливает боль и может привести к шоку или другим осложнениям (кровотечению, распространению инфекции в ране). В зависимости от характера, локализации и размеров поврежденной области покой достигается размещением пострадавшего в лежачем положении, приданием определенного поврежденному органу, созданием неподвижности (иммобилизацией) поврежденных тканей или органа. Все раны необходимо защищать повязками. При наложении бинтовых повязок следует выполнять ряд правил.

Шок – это резкое прогрессирующее снижение всех жизненных функций организма, развивающееся в результате травмы. В основе изменений, наблюдающихся при шоке, лежат тяжелые нарушения функций центральной нервной системы. После травм чаще всего возникает травматический шок, хотя иногда наблюдается и психический шок.

Бинтовать надо в наиболее удобном положении как для раненого, так и для оказывающего помощь. Если раненый лежит, то оказывающий помощь должен находиться со стороны поврежденной части тела. Для удобства бинтования поврежденную часть тела приподнимают, подложив под нее какой-либо мягкий предмет, например пальто или одеяло. Часть тела, на которую накладыв-

вают повязку, необходимо освободить от одежды. Во время бинтования следует наблюдать за состоянием пострадавшего. Бинтовать начинают с наложения нескольких круговых укрепляющих ходов, перекрывающих на 2...3 см края раны; затем кладут слой ваты и закрепляют бинтом, косынкой или пращой. Конечности бинтуют с периферии, постепенно продвигаясь к их основанию. Слои бинта накладывают гладко, без складок и карманов. Каждый последующий слой бинта должен прикрывать предыдущий на 1/2 его ширины, тогда бинт будет хорошо держаться и оказывать равномерное давление. Существуют различные типы бинтовых повязок: круговая, спиральная простая и с перегибами (колосовидная), крестообразная, восьмиобразная, возвращающаяся и др. (рис. 31.3).

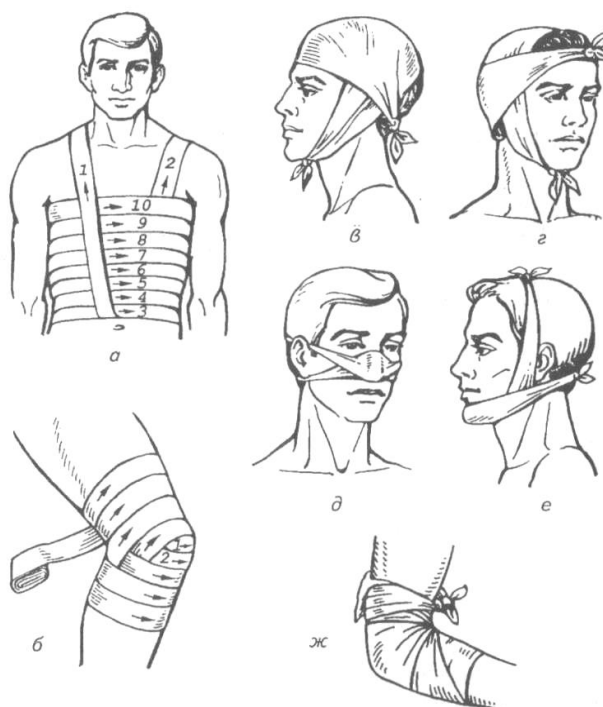


Рисунок 13.3 – Типы повязок:

а, б – спиральная соответственно на грудь и колено; *в, г, д, е* – пращевидные соответственно на темя, затылок, нос, нижнюю челюсть;
ж – косыночная на локоть

Владение техникой наложения повязок позволяет выбрать лучшую из них при наложении на раны различного вида, при локализации и обширности. Так, круговую повязку накладывают на участки тела, имеющие цилиндрическую форму: лоб, середину плеча, запястье, нижнюю треть голени; спиральную с перегибами – на части тела, имеющие конусовидную форму: предплечье, голень; восьмиобразную – на область затылка, заднюю поверхность шеи, суставы и др.

Косыночную повязку (рис. 31.3, *ж*) можно наложить на любую часть тела в 2...3 раза быстрее, чем бинтовую. Працевидные повязки быстро и надежно накладывают на темя, затылок, нос, подбородок, лоб (рис. 31.3, *в, г, д, е*).

При проникающем ранении грудной клетки, признаками которого являются прохождение воздуха через рану при дыхании и выделение пенистой жидкости, на рану накладывают герметизирующую повязку. Для этого используют непроницаемый для воздуха материал (в крайнем случае полиэтиленовую пленку).

При проникающем ранении живота из раны могут выпадать внутренности, которые нельзя вправлять. Рану следует закрыть стерильным перевязочным материалом (салфеткой или бинтом); вокруг выпавших внутренностей на стерильный материал положить ватно-марлевое кольцо и наложить не слишком туго повязку.

13.3 Первая помощь при кровотечениях

Кровотечения бывают наружные и внутренние. Среди наружных чаще всего наблюдаются кровотечения из ран.

В зависимости от вида поврежденных сосудов различают капиллярное, венозное, артериальное (наружное) и паренхиматозное (внутреннее) кровотечения.

Капиллярное (поверхностное) кровотечение характеризуется кровоточивостью всей раневой поверхности (кровь сочится каплями). Для остановки этого кровотечения достаточно наложить давящую повязку, предварительно обработав кожу вокруг раны йодом и закрыв ее несколькими слоями стерильного бинта.

Венозное кровотечение возникает при более глубоких ранах. Его можно определить по темно-красному цвету крови, обильно вытекающей из раны медленной струей без пульсаций. Поскольку давление в венах ниже атмосферного, то в них может засасываться воздух, пузырьки которого могут закупорить сосуды сердца, мозга и других органов, что очень опасно. Поэтому венозное кровотечение необходимо как можно быстрее остановить, предпочтительнее давя-

щей повязкой. Для этого на кровоточащее место накладывают сложенный в несколько слоев стерильный бинт, поверх него неразвернутый бинт, а затем туго перебинтовывают. Если повязка промокает, то, не снимая ее, сверху нужно наложить еще одну или несколько салфеток и туго их прибинтовать. Поврежденную конечность следует приподнять.

Артериальное кровотечение, при котором кровь алого цвета вытекает из раны пульсирующей струей, представляет наибольшую опасность для жизни. Первая помощь при артериальном кровотечении состоит в пальцевом прижатии артерии к подлежащей кости выше места ранения (рис. 13.4) и наложении кровоостанавливающего жгута или закрутки.

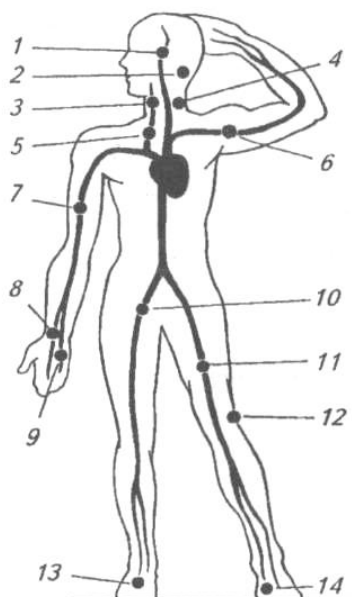


Рисунок 13.4 – Основные точки прижатия артерий для остановки кровотечения:
1, 2, 3, 4 – при ранении головы; 5, 6, 7, 8, 9 – при ранении рук;
10, 11, 12, 13, 14 – при ранении ног

При кровотечениях из ран в верхней и средней частях шеи, подчелюстной области и лица необходимо прижать общую сонную артерию со стороны ранения к поперечным отросткам шейных позвонков у переднего края грудинно-ключично-сосцевидной мышцы на уровне ее середины (точки 3, 4). При кровоточащих ранах головы прижимают височную артерию у височной кости впереди ушной раковины на 1... 1,5 см (точка 1). При кровотечении из ран, расположенных на лице, прижимают нижнечелюстную артерию к углу нижней челюсти. При кровотечении из верхней и средней частей бедра следует прижать

подвздошную артерию в паховой области на середине расстояния между лобком и выступом подвздошной кости (точка 10). Если же рана расположена в нижней трети бедра или в области коленного сустава, то прижимают бедренную артерию с внутренней стороны бедра (точка 11). При кровотечении из раны на голени прижимают подколенную артерию в области подколенной ямки (точка 12). При артериальном кровотечении из раны на стопе прижимают переднеберцовую артерию на тыльной стороне стопы (точка 13) и заднеберцовую — у заднего края внутреннего мыщелка (точка 14). Если рана находится в области плеча, подключичной и подмышечной областях и верхней трети плеча, надо подключичную артерию прижать к верхнему ребру в надключичной ямке (точка 5). При расположении кровоточащей раны в области средней и нижней третей плеча прижимают подмышечную артерию к головке плечевой кости (точка 6). При ранах в нижней трети плеча, на предплечье и кисти плечевую артерию у внутреннего края двуглавой мышцы прижимают к плечевой кости (точка 7). При повреждениях на кисти прижимают лучевую и локтевую артерии (или одну из них) к подлежащей кости в области запястья (точки 8, 9). Артерию прижимают пальцами до тех пор, пока не подготовят и не наложат давящую повязку, жгут или закрутку.

Более быстро и надежно, чем прижатие пальцами, кровотечение можно остановить сгибанием конечности в суставах. Для этого у пострадавшего следует быстро засучить рукава или брюки, под место сгиба положить валик из бинта или ваты, затем с усилием согнуть конечность и зафиксировать ее в этом положении повязкой (рис. 13.5).

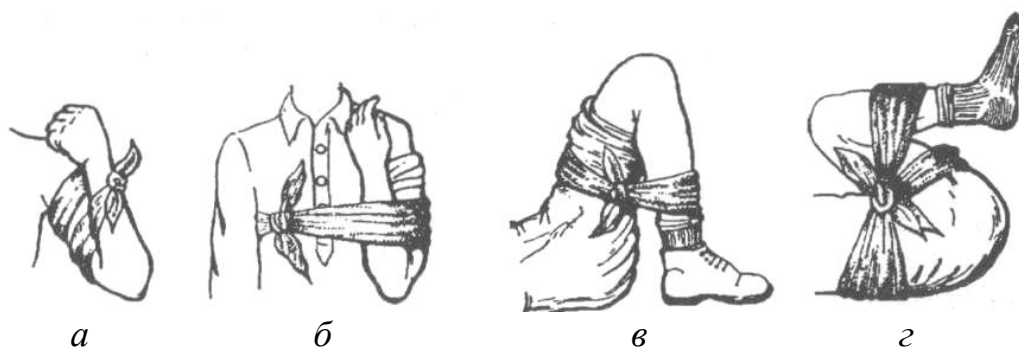


Рисунок 13.5 – Сгибание конечности в суставах для остановки кровотечения:
а – из предплечья; *б* – из плеча; *в* – из голени; *г* – из бедра

При сильном артериальном кровотечении, когда давящая повязка неэффективна, а сгибание в суставе невозможно (например, при одновременном переломе костей той же конечности), используют жгут (рис. 13.6), который представляет собой толстую резиновую трубку или полосу с крючком на одном конце и цепочкой на другом.

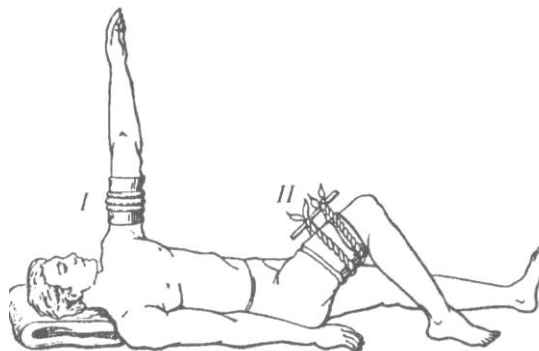


Рисунок 13.7 – Наложение жгута (I) и закрутки (II) для остановки артериального кровотечения

При наложении жгута трубку (полоску) слегка растягивают и обертывают два-три раза вокруг конечности так, чтобы витки расположились рядом. Концы жгута скрепляют с помощью цепочки или крючка

Жгут накладывают на конечность выше раны (рис. 13.7) и затягивают до остановки кровотечения, но не более.



Рисунок 13.7 – Резиновый жгут, выпускаемый промышленностью

Наложённый жгут надо держать по возможности меньшее время, но в любом случае не более 2 ч летом и 30 мин зимой, так как при длительном сдавливании может наступить омертвление конечности. Поэтому непосредственно на повязке или бумажке, заложенной под жгут, записывают время его наложения. Если этот срок истек, а пострадавший еще не доставлен в лечебное учреждение, то сосуд придавливают пальцем выше раны, ослабляют жгут на 5... 10

мин, а затем снова накладывают его на конечность, но уже чуть выше места предыдущего наложения.

Для восполнения кровопотери в случае, когда пищевой канал не поврежден, пострадавшего следует напоить чаем, безалкогольными напитками или водой.

Паренхиматозные внутренние кровотечения возникают при повреждениях внутренних органов (печени, почек, селезенки и др.). Они характеризуются скоплением вытекающей из поврежденного сосуда крови в какой-либо внутренней полости, например грудной или брюшной. Такое кровотечение бывает обильным и продолжительным, нередко опасным для жизни. Признаки кровотечения такого вида: бледность кожного покрова, похолодание конечностей, частый и слабый пульс, общая слабость, боль в области кровотечения. При этом возникают головокружение, шум в ушах, появляется холодный пот, затем возможен обморок. При первых же признаках внутреннего кровотечения пострадавшего необходимо немедленно доставить щадящим способом в лечебное учреждение. На предполагаемую область поражения желательно положить пакет со льдом.

13.4 Первая медицинская помощь при ожогах

Ожогом называют повреждение тканей организма, вызванное действием высокой температуры (термический ожог), химических веществ (химический ожог) или электрическим током высокого напряжения (электрический ожог).

Термические ожоги могут возникнуть при соприкосновении тела с горячей средой (пар, кипящая вода, огонь и т. п.). По тяжести поражения различают ожоги четырех степеней. Ожоги I степени (поверхностные) характеризуются покраснением кожи, припухлостью обожженного участка, острой жгучей болью. При ожогах II степени на покрасневшей и припухшей поверхности сразу же или через некоторое время отслаивается поверхностный слой кожи, образуются пузыри, наполненные прозрачной желтоватой жидкостью; часть пузырей лопаются, обнажая саднящую поверхность; обожженный участок очень болезнен. Ожоги III степени характеризуются омертвением кожи на различную глу-

бину. Ожоги IV степени возникают при воздействии на ткани очень высоких температур (пламя, расплавленный металл и др.). В этом случае наблюдается омертвление не только кожи, но и глубже лежащих тканей (подкожной жировой клетчатки, мышц, сухожилий, иногда костей).

Тяжесть состояния пострадавшего зависит от степени и площади ожога: если обожжено до 12 % общей площади поверхности тела, то человека можно спасти; при большей площади поражения возникает шок, а затем развивается ожоговая болезнь. Площадь ожога у взрослого человека ориентировочно можно определить по правилу «девятки»: поверхность головы и шеи – 9%; нога – 18; рука – 9; передняя и задняя поверхности туловища – по 18; половые органы и промежность — 1 %.

Первая медицинская помощь при ожогах начинается с прекращения воздействия опасного производственного фактора – гасят (снимают) горящую или тлеющую одежду, набрасывая на пострадавшего плотную ткань и прижимая ее к телу. Таким образом, прекращают доступ воздуха к горящему участку. Пламя можно сбить, катаясь по земле, прижав к ней (или другой поверхности) горящие участки одежды, погасить струей воды или погружением в воду. Ни в коем случае нельзя бежать в горячей одежде или сбивать пламя незащищенными руками. Если ожог вызван горячей жидкостью, пропитавшей одежду, то ее надо немедленно снять.

Во всех случаях пострадавшего следует вывести (или вынести) из зоны воздействия пламени, теплового излучения, дыма, токсических продуктов горения (оксида углерода и др.). Участки ожога необходимо быстро охладить.

При химическом ожоге (концентрированными кислотами, щелочами и солями тяжелых металлов) надо без промедления обильно поливать пораженную поверхность большим количеством проточной воды (до исчезновения характерного запаха), которая разбавляет и смывает агрессивное вещество, а также охлаждает ткани. После этого пораженное место следует промыть 2% – ным раствором пищевой соды при ожогах кислотами или 1%-ным раствором лимонной (уксусной) кислоты при ожогах щелочами. Затем на ожоговую поверхность накладывают стерильную повязку.

Во всех случаях при любом ожоге пострадавшему необходимо дать обезболивающее средство (например, одну–две таблетки анальгина), а на обожженную поверхность наложить сухую стерильную повязку (никаких присыпок или мазей). При ожогах закрытых участков кожи требуется осторожно остричь вокруг прилипшие к обожженной поверхности куски ткани и, не очищая обожженного участка, наложить стерильную повязку. Обширные ожоговые поверхности (более 30 % поверхности тела) следует накрыть чистой проглаженной простыней и предоставить пострадавшему полный покой. Для уменьшения боли при ожогах I и II степеней на поврежденные поверхности целесообразно два раза в день накладывать спиртовые компрессы: марлевые салфетки, сложенные в два-три слоя и смоченные в чистом этиловом спирте, кладут на обожженную поверхность, сверху – вощеную бумагу (для предотвращения высыхания) и забинтовывают. Если у пораженных нет тошноты и рвоты, их необходимо как можно чаще поить небольшими порциями горячего чая, кофе или щелочно-кислотного раствора (1 чайная ложка поваренной соли и 0,5 чайной ложки пищевой соды на 1 л воды). Для согревания пострадавших необходимо укутать теплой одеждой, одеялами и т. п.

13.5 Первая помощь при обморожении и переохлаждении

Обморожение – это повреждение тканей, возникшее при низких температурах или больших потерях теплоты за единицу времени. Поэтому оно иногда наблюдается у работающих на открытом воздухе при температуре выше 0°C, но при сильном ветре и высокой влажности. Воздействию холода в первую очередь подвергаются выступающие и открытые части тела (руки, ноги, нос, ушные раковины, щеки). В дальнейшем происходит общее охлаждение организма, т. е. снижение температуры всего тела. Необходимо помнить, что обморожение вначале не вызывает сильных болей, а затем боль вообще может исчезнуть.

Охлаждение организма может быть общее и местное (обморожение).

Общее охлаждение возникает при воздействии на организм холода в течение сравнительно долгого времени. Пострадавший ощущает похолодание,

озноб. Кожные покровы бледнеют, кожа теряет эластичность, становится сухой и шероховатой («гусиная кожа»). При снижении температуры тела до 35°C наблюдается бледность лица, возникают боли, нарушается координация движений, ухудшается зрение, появляются апатия, усталость, сонливость и даже галлюцинации.

Первую помощь при общем охлаждении следует оказывать как можно быстрее: чем больше интервал между холодовой травмой и нагреванием, тем тяжелее последствия. Пострадавшего необходимо поместить в теплое помещение, снять холодное белье и завернуть в нагретые одеяла. Для согревания больному дают горячее питье, можно сделать клизму с теплой водой. Быстрое согревание возможно в теплой ванне (температура до 37°C), при этом голова и шея пострадавшего должны быть приподняты.

Местное обморожение возникает при воздействии холода на организм в течение сравнительно небольшого отрезка времени и может быть даже моментальным, например при непосредственном контакте с глубокозамороженными предметами (жидким азотом, твердой углекислотой, металлами при низких температурах и т. п.).

Различают четыре степени местного обморожения. При I степени (наиболее легкой) пораженный участок кожи бледнеет, а после согревания краснеет; возможны отеки и легкая болезненность (все явления вскоре бесследно проходят); II степень характеризуется появлением на отмороженном участке пузырей, которые очень болезненны, длительно не заживают, могут нагнаиваться и давать осложнения; III степень связана с образованием больших пузырей с кровянистым содержимым и омертвением всей толщи кожи на пораженном участке; IV степень – самая тяжелая, так как происходит омертвение не только толщи кожи, но и глубже лежащих тканей (сухожилий, мышц, костей), что может привести к сухой или влажной гангрене, заканчивающейся ампутацией конечностей.

Степень обморожения, к сожалению, нельзя определить во время охлаждения, поэтому часто ни пострадавшие, ни оказывающие помощь не знают опасности и глубины поражения.

При обморожениях I степени пораженную поверхность тела в теплом помещении растирают чистой мягкой тканью, смоченной спиртом или водкой, до покраснения или ощущения тепла. Нельзя растирать отмороженные участки снегом или грубыми шерстяными тканями, так как при этом повреждается наружный слой кожи, что способствует ее инфицированию и развитию нагноения. Возможно интенсивное согревание всего тела (кроме отмороженных участков!) в горячей ванне. Затем отмороженное место смазывают спиртом или растворами антисептиков, накладывают на него асептическую повязку и тепло укутывают.

При отморожениях II...IV степеней на поврежденный участок накладывают стерильную сухую повязку, поверх которой закрепляют теплоизолирующий материал (например, бинт или марлю с прослойками ваты), и доставляют пострадавшего в лечебное учреждение.

Следует учитывать, что сосуды в переохлажденных участках тела (пальцах рук, ног) очень хрупки, поэтому возможны кровоизлияния. Чтобы такого не произошло, необходимо обеспечить неподвижность переохлажденным пальцам кистей и стоп. Для этого сверху теплоизолирующей повязки прибинтовывают подручный твердый материал (фанеру, дощечки и т. п.).

13.6 Первая помощь при переломах костей, вывихах, растяжениях и ушибах

Перелом – это частичное или полное нарушение целостности кости. Различают закрытые (без разрывов кожных покровов) и открытые переломы, когда над местом перелома образуется рана.

Чтобы найти место перелома, нужно осторожным поверхностным прощупыванием определить участок наибольшей болезненности. Он будет соответствовать месту перелома. Нельзя самим проверять подвижность обломков кости и вправлять их – этими действиями можно усилить повреждения мягких тканей, сосудов, нервов, что вызовет дополнительную боль и может привести к развитию шока.

Признаки переломов: боль в области повреждения кости, резко усиливающаяся при движении, припухлость, кровоподтек. При переломе костей конеч-

ностей может быть их деформация; при повреждении ребер затрудняется дыхание; при ощупывании в месте перелома слышен хруст. Переломы костей таза и позвоночника часто сопровождаются нарушением мочеиспускания и движений в нижних конечностях.

При оказании первой медицинской помощи при переломе помощи нельзя допускать движений в месте перелома кости, снимать одежду и обувь – их надо разрезать и освободить место перелома.

При открытом переломе костей, сопровождающемся артериальным кровотечением, сначала следует его остановить с помощью жгута, дать пострадавшему обезболивающее средство, затем на открытую рану наложить стерильную защитную повязку и только после этого придать неподвижность поврежденной части тела с помощью шин, выпускаемых промышленностью, – лестничных и сетчатых проволочных. Если их нет, то можно использовать подручные предметы (куски досок, фанеру, пластмассу и т. п.). Шину накладывают таким образом, чтобы она заходила за соседние суставы по обе стороны перелома (рис. 13.8). Под нее подкладывают мягкий материал (вату, шарф и др.), особенно в местах костных выступов.



Рисунок 13.8 – Иммобилизация при переломе:
а – руки; б – ноги

При переломах костей предплечья шину выбирают такой длины, чтобы она одним концом доходила до верхней трети плеча, а другим – до кончиков

пальцев (рис. 13.8, а). При накладывании шины руку сгибают в локтевом суставе под прямым углом, ладонью к животу, пальцы полусогнуты (в руку надо вложить комок ваты). Шину моделируют по форме желоба, внутреннюю сторону выстилают ватой или другим мягким материалом, а затем накладывают по наружной поверхности предплечья, перегибают через локтевой сустав и далее по наружной задней поверхности плеча. В таком виде шину прибинтовывают к руке широким бинтом, а руку подвешивают к шее на косынке или ремне.

При переломе плечевой кости шину накладывают на руку, согнутую в локтевом суставе под прямым углом, ладонью к животу, пальцы полусогнуты. В подмышечную впадину вкладывают комок ваты, который укрепляют бинтом. Шину моделируют по размерам и контурам поврежденной руки так, чтобы она начиналась от плечевого сустава здоровой стороны, проходила через спину по надлопаточной области больной стороны, затем по задней наружной поверхности плеча и предплечья и заканчивалась у основания пальцев. Покрыв шину ватой, ее прибинтовывают к руке и частично к туловищу с помощью колосовидной повязки. После этого руку подвешивают на косынке или ремне и прибинтовывают к туловищу.

При переломах костей бедра требуется особенно тщательная иммобилизация. Чтобы придать неподвижность костным обломкам, следует исключить движения в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах. Для этого используют три шины. Длина первой шины должна быть равна расстоянию от подмышечной впадины до наружного края стопы, длина второй – от ягодичной складки до кончиков пальцев стопы (эту шину сгибают в виде буквы Г). С внутренней стороны накладывают третью шину, идущую от промежности до края стопы. Шины моделируют, покрывают ватой и прибинтовывают к ноге; наружную шину, кроме того, прибинтовывают к туловищу.

При переломах костей голени шину моделируют по здоровой ноге в виде буквы Г. Стопу необходимо зафиксировать под прямым углом к голени, ногу в коленном суставе слегка согнуть. Длина шины должна быть равна расстоянию от середины бедра до кончиков пальцев. В местах костных выступов подкладывают вату, после чего шину прибинтовывают к ноге (рис. 13.8, б).

При переломах костей черепа (сотрясении головного мозга, переломах шейных позвонков и др.) для создания неподвижности головы можно использовать подкладной резиновый круг (камеру от мотоцикла или автомобиля и т. п.). Голову надо зафиксировать, обложив ее мешочками с песком или мягкими валиками из одежды.

При переломе позвоночника опасным осложнением является повреждение спинного мозга, которое может произойти в результате смещения позвонков как в момент травмы, так и при транспортировке пострадавшего. В таких случаях пострадавшего укладывают на спину на твердый щит; если же щита нет, то его следует уложить на живот. Ни в коем случае нельзя пытаться посадить больного, поставить на ноги или заставлять передвигаться. Необходимо как можно быстрее вызвать скорую помощь.

При переломах костей таза пострадавшего укладывают на спину на твердый щит (фанеру, доски и т. п.), под колени кладут скатанное одеяло или пальто так, чтобы нижние конечности были полусогнуты в коленных суставах и слегка разведены в стороны («поза лягушки») и в таком положении фиксируют распоркой и бинтами.

При переломе ребер пострадавшему предлагают выдохнуть воздух и затаить дыхание; в это время делают тугие ходы бинта вокруг грудной клетки на уровне поврежденных ребер. После нескольких ходов бинта пострадавшему разрешают дышать, остальной частью бинта закрепляют повязку.

При переломе ключицы в подмышечную впадину с пораженной стороны подкладывают комок ваты и плечо туго прибинтовывают к туловищу, а предплечье подвешивают на косынке; второй косынкой руку прикрепляют к туловищу. Отломки костей ключицы можно фиксировать двумя ватно-марлевыми кольцами, которыми разводят надплечья.

При переломах челюсти (верхней и нижней) ее фиксируют пращевидной повязкой. При транспортировке пострадавшего кладут на живот, поворачивая голову на бок, чтобы избежать западания языка.

Особого внимания заслуживают приемы оказания первой медицинской помощи при длительном сдавливании тканей. В этом случае в тканях образу-

ются ядовитые вещества, отравляющие организм. Когда мягкие ткани освобождают от сдавливания, эти ядовитые вещества обильно поступают из тканей в кровь, нарушая деятельность почек и других органов, что может привести к гибели пострадавшего.

Поэтому перед тем как освободить от сдавливания конечности, необходимо наложить жгут (он замедлит поступление ядовитых веществ из пораженного участка), а затем дать обезболивающее средство, наложить иммобилизирующую повязку и доставить пострадавшего в лечебное учреждение.

Вывих может возникнуть при смещении суставных концов костей и полостей сустава. Его распознают по неправильной форме поврежденного сустава по сравнению со здоровым, по невозможности движения в поврежденном суставе и сильной боли. Вывих самостоятельно вправлять нельзя, так как неправильные действия могут привести к дополнительной травме и ухудшению состояния пострадавшего, вплоть до появления у него болевого шока. В таких случаях необходимо обеспечить полный покой суставу, наложив фиксирующую повязку, и дать пострадавшему обезболивающее средство. Для уменьшения боли к больному суставу можно приложить пузырь со льдом или холодной водой.

Растяжение связок часто происходит при падении или внезапных резких движениях. Оно характеризуется разрывом соединительных волокон и мелких кровеносных сосудов, болью при движении, хотя движение возможно. В этом случае на место повреждения накладывают давящую повязку и прикладывают к нему пузырь со льдом (холодную воду в полиэтиленовом мешочке), а конечности приподнимают. При подозрении на разрывы связок нужно также наложить шину и показать пострадавшего врачу.

Ушибы характеризуются накоплением крови в мягких тканях, отеком, болью. В этом случае поврежденной части тела надо придать удобное положение, обеспечить покой, на место ушиба положить пузырь со льдом или легкий холодный предмет. Это уменьшает боль, предотвращает образование отека, а в случае повреждения сосуда снижает объем внутреннего кровотечения. Если кровоподтек все же увеличивается, следует наложить давящую повязку.

13.7 Первая помощь при обмороке, тепловом и солнечном ударах, электротравме

Обморок – внезапная кратковременная потеря сознания вследствие недостаточного кровоснабжения мозга. Обморок может наступить в результате испуга, сильной боли, перегревания тела, переутомления, заболевания сердца и других причин.

Потере сознания при обмороке могут предшествовать потемнение или мелькание в глазах, слабость, головокружение, шум в ушах, онемение рук и ног. Затем развивается резкая бледность кожи, глаза закрываются, пострадавший падает, зрачки на свет не реагируют, дыхание становится поверхностным, редким, кожа покрывается холодным потом, пульс не прощупывается. Потеря сознания может быть кратковременной и длительной.

Потерявшего сознание человека необходимо уложить так, чтобы голова его была низко опущенной, расстегнуть одежду, стесняющую дыхание, обеспечить доступ свежего воздуха (открыть окно или вынести пострадавшего из помещения). К лицу и груди приложить полотенце, смоченное холодной водой, дать понюхать ватку, пропитанную нашатырным спиртом, уксусом, одеколоном, натереть этой ваткой виски, ноги согреть грелками или растереть чем-либо жестким. После возвращения сознания пострадавшему нужно дать горячий чай или кофе.

Тепловой удар – болезненное состояние, возникающее в результате общего перегрева организма при длительном воздействии высокой температуры окружающей среды. Тепловой удар возникает при потере организмом большого количества жидкости (обильное потение при высокой температуре и тяжелой работе), вследствие чего кровь сгущается, нарушается равновесие солей в организме, что приводит к кислородному голоданию тканей, в частности головного мозга. Признаки теплового удара: вялость, разбитость, тошнота, головная боль, головокружение, обморок, а в тяжелых случаях судороги.

Пострадавшего от теплового удара следует изолировать от источника теплоты (уложить в тень, перенести в хорошо проветриваемое помещение и

т. п.); к голове, боковым поверхностям шеи, подмышкам, паховым областям приложить пузыри со льдом (холодной водой) или укутать мокрой простыней (испарение воды с простыни поможет снизить температуру тела).

Солнечный удар может наступить при длительном воздействии прямых солнечных лучей на непокрытую голову. При этом может наблюдаться перегревание тела. Признаки солнечного удара и первая помощь пострадавшему такие же, как и при тепловом ударе.

Электротравма – повреждение организма человека электрическим током – может вызвать местные (ожог) и общие нарушения физиологического состояния организма: обморок, расстройство речи, судороги, нарушение дыхания, вплоть до его остановки, а в тяжелых случаях – шок.

Пораженного электрическим током прежде всего необходимо освободить от воздействия тока. Для этого отключают ток выключателями, рубильниками, выворачивают предохранители, перерубают или отбрасывают электрический провод с соблюдением мер предосторожности (используя электроизолирующие предметы – резиновые перчатки и обувь, сухие доски, резиновые коврики и т. п.). Если пострадавший находится на высоте, то при отключении установки нужно предотвратить его падение.

После освобождения пострадавшего от действия электрического тока необходимо оценить его состояние. Если пострадавший находится в сознании, дыхание и пульс устойчивы, то необходимо уложить его на подстилку, расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха и обеспечить полный покой, наблюдая за дыханием и пульсом. Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться, так как при этом может наступить внезапное ухудшение состояния. Если пострадавший дышит очень редко и судорожно, но у него прощупывается пульс, необходимо немедленно начать делать искусственное дыхание. Если же сознание, дыхание и пульс отсутствуют, зрачки расширены, то можно считать, что пострадавший находится в состоянии клинической смерти. В этом случае необходимо срочно приступить к оживлению организма с помощью искусственного дыхания и непрямого массажа сердца.

13.8 Первая помощь при отравлениях

При выполнении различных технологических процессов в воздух рабочей зоны могут поступать различные токсичные вещества и газы. Иногда эти вещества (газы) попадают в организм работающих в относительно больших количествах (например, при отсутствии средств индивидуальной защиты органов дыхания или их неисправности, при аварии и т. п.), вызывая отравления.

Симптомы отравления: головная боль, головокружение, тошнота, одышка и усиленное сердцебиение. Дальнейшее пребывание в рабочей зоне, воздух которой загрязнен вредными веществами или газами, ведет к нарастанию слабости, возникновению сонливости, затемнению сознания; дыхание становится прерывистым, появляются судороги, и может наступить смерть от паралича дыхательного центра. При появлении таких признаков пострадавшего прежде всего необходимо вынести на свежий воздух, расстегнуть мешающую дыханию одежду, на голову наложить холодный компресс, приподнять ноги и дать понюхать нашатырный спирт. Если пострадавший потерял сознание, то необходимо вызвать врача, делая до его прихода искусственное дыхание, а при отсутствии пульса – и закрытый массаж сердца.

При поступлении яда через желудочно-кишечный тракт пострадавшему следует дать несколько стаканов теплой воды или слабого (бледно-розового цвета) раствора марганцовокислого калия, а затем вызвать рвоту. Рвоту можно вызвать надавливанием чистыми пальцами на корень языка или дав пострадавшему выпить крепкий раствор поваренной соли (две столовые ложки соли на стакан воды). После опорожнения желудка для связывания находящегося в организме яда пострадавшему дают полстакана воды с двумя-тремя столовыми ложками активированного угля, а затем слабительное.

Перечисленные выше меры принимают независимо от вида яда, вызвавшего отравление. Если же вид яда известен, то предусматривают дополнительные меры в зависимости от его химического состава. Как правило, они заключаются во введении в желудок веществ, нейтрализующих действие яда или ускоряющих его выведение из организма.

В случае попадания токсичного вещества на кожу его смывают сильной струей воды с добавлением мыла. Можно также, не размазывая вредный препарат по коже и не втирая, снять его с помощью куска бинта (ваты, марли и т.д.), а затем загрязненный участок тщательно промыть чистой водой или слабощелочным раствором.

13.9 Первая помощь утопающим

Оказывать помощь тонущему в глубоких местах может только подготовленный пловец. Прежде чем войти в воду, спасатель должен успеть снять с себя лишнюю одежду, обувь и максимально приблизиться к месту происшествия по берегу. Подплывать к тонущему надо очень осторожно, со стороны спины (или спереди с заныриванием к спине за 1,5...2 м), так как испуганный человек в воде может с большой силой ухватиться за ноги, руки, туловище или голову спасателя и увлечь его вместе с собой ко дну. Выныривая из воды, спасатель одновременно приподнимает пострадавшего над поверхностью, удерживая его за талию или под мышками, давая ему возможность отдохнуть, отдышаться.

Оказывающему помощь следует владеть приемами освобождения от захватов и помнить, что иногда для освобождения достаточно опуститься вместе с тонущим под воду. Если этого недостаточно, то от захвата за руки освобождаются резким вращением в стороны больших пальцев рук тонущего. При захватах за туловище над руками спереди или сзади уходят вниз, энергично разводя локти в стороны; при захватах за туловище сзади под руки отгибают большие пальцы рук спасаемого и разводят руки в стороны, уходят вниз, берут пострадавшего за талию и бедро; подталкивая вверх, поворачивают спиной к себе, а при том же захвате спереди упираются руками в подбородок тонущего, отталкивают голову и поворачивают его к себе спиной. При захватах за тело спереди прижимают подбородок к груди и уходят вниз, подталкивая локти пострадавшего вверх; если же такой захват произведен сзади, то, отгибая большие пальцы спасаемого и подталкивая его руки вверх, уходят вниз и за спину тонущего.

Освободившись от захватов и успокоив тонущего, приступают к транспортировке его на берег, например на спине с помощью ног и одной руки, пропустив другую руку под мышкой пострадавшего и захватив его пальцами за подбородок, или на спине с помощью движений ног брассом, захватив тонущего обеими руками за подбородок или под мышки. Во время транспортировки очень важно следить, чтобы лицо пострадавшего было над поверхностью и в рот ему не попадала вода, иначе, испугавшись, он вновь станет барахтаться и топить спасателя.

После извлечения пострадавшего на берег его укладывают на мягкую подстилку и освобождают от затрудняющей дыхание одежды. Затем какой-либо твердый предмет (ложку, палочку) или палец, обернутый в чистую мягкую ткань, вставляют между коренными зубами тонувшего и свободной рукой оттягивают вниз его подбородок. После этого быстро очищают полость рта от песка, ила и воды; приподнимают пострадавшего и укладывают животом на бедро согнутой ноги спасателя так, чтобы голова была значительно ниже таза. Сжимая ладонями грудную клетку между лопатками (у основания ребер) и выполняя с большими физическими усилиями поглаживания спины от таза в сторону шеи, удаляют воду из верхних дыхательных путей, легких и желудка; пальцами или специальными щипцами вытягивают наружу язык и прикрепляют куском какой-нибудь чистой ткани к подбородку так, чтобы он не затруднял доступ воздуха к гортани. Вновь уложив пострадавшего на подстилку, приступают к выполнению искусственного дыхания, а в случае необходимости (при отсутствии пульса) – и к закрытому массажу сердца.

Раздел II. ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Практическое занятие №1. Расследование несчастных случаев на производстве

Цель работы: изучение законодательных и нормативных правовых документов по расследованию и учету несчастных случаев на производстве, изучение форм документов оформляемых при несчастных случаях.

Порядок выполнения работы.

1. Изучить статьи Минтруда России от 24.10.2002 №73, имеющие отношение к несчастным случаям на производстве.
2. Изучить статьи Трудового кодекса, в которых освещены:
 - несчастные случаи, подлежащие расследованию;
 - обязанности работодателя при несчастном случае на производстве;
 - порядок расследования несчастных случаев;
 - оформление материалов расследования.
3. Изучить формы документов, оформляемых при несчастном случае на производстве.
4. Составить схему расследования несчастного случая (профзаболевания) и определить состав комиссии по расследованию.
5. Заполнить формы документов о расследовании несчастных случаев (протоколы, извещение, акты и т.д.
7. Ознакомиться с формой статистической отчетности о травматизме и порядком расчета основных показателей травматизма.
8. Провести расследование несчастного случая по методике «деловая игра».
9. Ответить на контрольные вопросы и вопросы тестовых заданий.

1.1 Расследование и учет несчастных случаев

В соответствии со ст. 212 и 227 ТК РФ работодатель обязан вести расследование и учет всех несчастных случаев, происшедших с работниками на производстве. Это делают для:

1. Установления всех обстоятельств и причин несчастных случаев.
2. Выявления травмирующего оборудования, машин, инструментов с целью последующей их модернизации, совершенства, повышения безопасности.
3. Определения лиц, допустивших нарушение требований охраны труда, с целью привлечения их к ответственности (дисциплинарной, административной, уголовной, материальной).
4. Разработки и осуществления мероприятий по предупреждению подобных несчастных случаев.

Кроме того, материалы расследования несчастных случаев используют при рассмотрении вопроса о назначении пострадавшим страховых сумм возмещения вреда, если они получили стойкую утрату трудоспособности.

Порядок расследования установлен статьями 227 – 231 ТК РФ и Положениями об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, утвержденными приказом Минтруда России от 24.10.2002 №73.

Расследованию и учету подлежат несчастные случаи, происшедшие с работниками и другими лицами, участвующими в производственной деятельности работодателя, при исполнении ими трудовых обязанностей или выполнении какой-либо работы по поручению работодателя (его представителя), а также при осуществлении иных правомерных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем либо совершаемых в его интересах.

К лицам, участвующим в производственной деятельности работодателя, помимо работников, исполняющих свои обязанности по трудовому договору, относятся:

- ▶ работники и другие лица, проходящие профессиональное обучение или переобучение в соответствии с ученическим договором;
- ▶ студенты и учащиеся образовательных учреждений всех типов, проходящие производственную практику;
- ▶ лица, страдающие психическими расстройствами, участвующие в производительном труде на лечебно – производственных предприятиях в порядке трудовой терапии в соответствии с медицинскими рекомендациями;

- ▶ лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду;
- ▶ лица, привлекаемые в установленном порядке к выполнению общественно – полезных работ;
- ▶ члены производственных кооперативов и члены крестьянских (фермерских) хозяйств, принимающие личное трудовое участие в их деятельности.

При несчастных случаях работодатель (его представитель) обязан:

- ▶ немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в медицинскую организацию;
- ▶ принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и предотвращению воздействия травмирующих факторов на других лиц;
- ▶ сохранить до начала расследования обстановку на момент несчастного случая, если это не приведет к аварии или новым травмам, а если это невозможно, то зафиксировать обстановку (сделать схему, фотографию, видеосъемку и т.п.).

При групповом (двое и более человек), тяжелом или смертельном несчастном случае работодатель обязан в течение суток направить извещение по установленной форме:

- ▶ в государственную инспекцию труда данного субъекта РФ;
- ▶ прокуратуру по месту происшествия (прокуратура соответствующего района, города);
- ▶ орган исполнительной власти субъекта РФ и (или) местного самоуправления (краевая, областная, местная администрация) по месту регистрации предприятия;
- ▶ территориальное объединение профсоюзов;
- ▶ территориальный фонд социального страхования;
- ▶ территориальный орган Ростехнадзора, если несчастный случай произошел на подконтрольном ему объекте (на паровом или водогрейном котле, кране, сосуде, работающем под давлением, газовом хозяйстве, лифте, автовышке, в действующих электроустановках).

Если несчастный случай легкий (т.е. не групповой, не тяжелый, не

смертельный), то сообщение во все эти органы делать не обязательно. Такие случаи работодатель расследует самостоятельно, без привлечения специалистов этих организаций.

Является травма легкой или тяжелой, определяют учреждения здравоохранения (куда работодателю следует незамедлительно обратиться) по Схеме определения степени тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве, утвержденной приказом Минздравсоцразвития России от 24.02.2005 № 160.

Работодатель обязан легкие случаи расследовать в течение трех суток, а тяжелые и со смертельным исходом – в течение 15 суток.

Для расследования несчастного случая работодатель незамедлительно приказом образует комиссию в составе не менее трех человек:

- ▶ специалист по охране труда или лицо, назначенное приказом ответственным за организацию работ по охране труда;
- ▶ представитель работодателя;
- ▶ представитель профсоюзной организации или иного представительного органа работников (уполномоченный по охране труда).

Возглавляет комиссию или работодатель, или его представитель. Обычно – это инженер по охране труда (при его наличии в штате). В состав комиссии нельзя включать руководителей, непосредственно отвечающих за безопасность труда на данном участке (как правило – это руководители этих участков).

Для расследования тяжелых и несчастных случаев со смертельным исходом, в том числе групповых, работодатель своим приказом в состав комиссии, кроме вышеназванных лиц, включает также:

- ▶ государственного инспектора труда (и его назначает председателем комиссии);
- ▶ представителя органа исполнительной власти субъекта РФ или органа местного самоуправления (по согласованию с ним);
- ▶ представителя территориального объединения профсоюзов;
- ▶ представителя регионального отделения Фонда социального страхования.

1.2 Порядок расследования несчастных случаев

В процессе расследования комиссия выполняет следующую работу:

1. Устанавливает фамилию, имя, отчество пострадавшего, его должность (профессию), год рождения, пол, стаж работы, при которой произошел несчастный случай, дату, время и место несчастного случая (наименование организации, цеха, участка, подразделения).

2. Осматривает место происшествия, составляет схему, эскиз обстановки на момент происшествия, при необходимости делает фотографии.

3. В письменной форме (посредством листов опроса, объяснительных и т.п.) опрашивает очевидцев несчастного случая, лиц, причастных к нему (по должности, характеру совместной работы и т.п.), самого пострадавшего (если по состоянию здоровья это возможно).

4. Устанавливает все обстоятельства несчастного случая в строгой хронологической последовательности, что за чем произошло, кто и что в этот момент делал, но не засоряя изложение излишней, не имеющей прямого отношения к событию, информацией.

5. Выявляет, какая техника, оборудование, инструменты непосредственно причинили травму с указанием их наименования, года выпуска, завода – изготовителя; в необходимых случаях поручает работодателю провести необходимые расчеты, экспертизы (в том числе технического состояния машин, зданий и т.п.); устанавливает причины несчастного случая, какая цепь неправильных действий привела к травме. Выявляет возможные организационные причины, был ли пострадавший обучен вопросам охраны труда, своевременно ли проходил инструктажи и стажировку по охране труда, получал ли и когда инструкцию по охране труда, проходил ли медицинский осмотр (при принятии на работу и периодические); а для водителей, кроме того – предрейсовый и послерейсовый контроль; своевременно ли проходил проверку знаний по охране труда при работах повышенной опасности и т.п.; изучает возможные технические причины. состояние оборудования (составляет акт осмотра), наличие и исправность ограждений, средств защиты, блокировок, предохранительных муфт и

т.п.; технологические: правильно ли, в соответствии с технологической картой выполнялась работа, не нарушена ли очередность операций как возможная причина аварии, поломки и т.п.

6. Устанавливает, какие нормативные акты по охране труда были нарушены. Определяет перечень лиц, допустивших нарушения норм и правил охраны труда и что каждый из них нарушил: какие пункты, нормы правил, законодательства по охране труда; делает и заверяет выписки нарушенных норм.

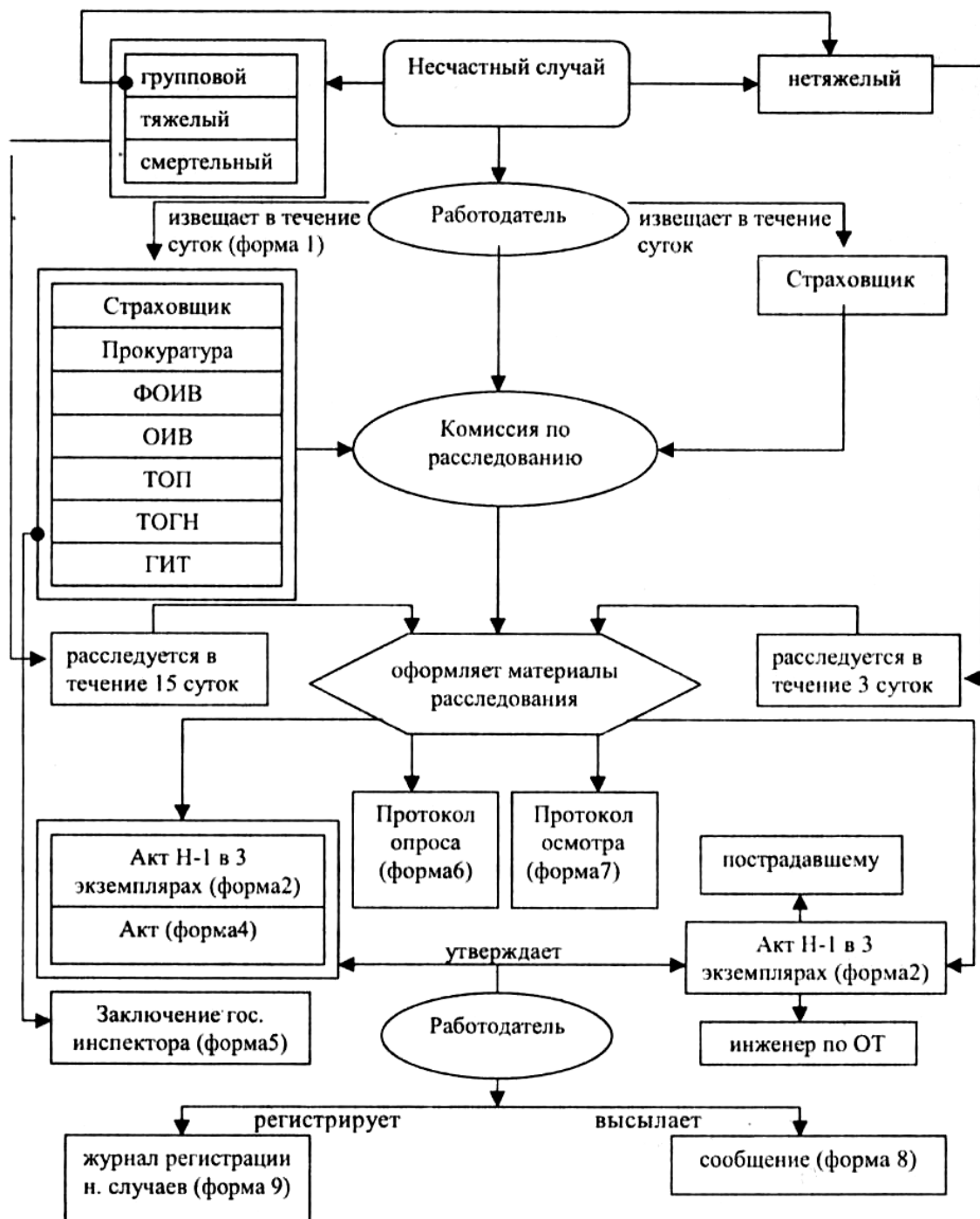


Рисунок 1 – Схема расследования несчастного случая на производстве

7. Устанавливает, в каком состоянии был пострадавший (трезвый, в нетрезвом виде, наркотическом опьянении).

8. Квалифицирует несчастный случай, т.е. делает заключение: случай является «производственным» или он «не связан с производством».

9. Если случай связан с производством, составляет и утверждает у работодателя Акт о несчастном случае на производстве по форме Н – 1 (приложение А).

10. При расследовании тяжелого несчастного случая или со смертельным исходом составляют дополнительно Акт о расследовании тяжелого несчастного случая или несчастного случая со смертельным исходом по установленной форме.

11. Разрабатывает мероприятия по предупреждению аналогичных несчастных случаев и заносит их в акт расследования.

12. Информировывает пострадавшего (а в случае его гибели – родственников) о его (их) правах в связи с несчастным случаем: право на получение возмещения вреда, на оплату дополнительных расходов в связи с лечением, на выплату материального ущерба, о порядке предоставления этих компенсаций и о последующих действиях пострадавшего.

1.3 Квалификация несчастного случая

По итогам расследования комиссия квалифицирует несчастный случай как «производственный» или как «не связанный с производством». Если несчастный случай квалифицирован как «производственный», его оформляют актом формы Н – 1. Это дает пострадавшему (или членам семьи в случае его гибели) право при наличии стойкой утраты трудоспособности претендовать на получение определенных сумм возмещения вреда (единовременное пособие, ежемесячные выплаты, оплата дополнительных расходов на лечение и др.).

Если несчастный случай будет квалифицирован как «не связанный с производством», то акт формы Н – 1 на пострадавшего не составляют и права на получение возмещения вреда от Фонда социального страхования он иметь не будет. Такое право в отдельных случаях может возникнуть по решению суда, но выплачивать его будет уже причинитель вреда (гл. 59 ГК РФ), т.е. то пред-

приятие, по вине которого работник получил травму (это может быть и сторонняя организация, в которой пострадавший не работает).

Несчастный случай комиссия квалифицирует как «производственный», если пострадавший был связан с предприятием трудовыми отношениями (с ним был заключен трудовой договор, имеется приказ о приеме его на работу, или пока еще нет этих документов, но пострадавший уже был официально допущен к работе) и при этом в момент несчастного случая он или исполнял свои трудовые обязанности, или задание администрации предприятия, независимо от того, было это на территории предприятия или вне территории, в рабочее время или вне его, или его действия не противоречили правилам внутреннего трудового распорядка. **В понятие «исполнял трудовые обязанности»** входит также отдых пострадавшего в установленные перерывы, подготовка рабочего места перед работой и сдача его после работы, получение заработной платы, представление или взятие каких-либо справок, документов в администрации, ожидание начала работы, исходных материалов, сырья, следование внутри организации к месту работы или из организации к месту работы, в том числе на общественном транспорте или с ведома руководства организации на личном транспорте. Использование личного транспорта должно быть оформлено специальным договором. Если такой договор не был составлен, а была лишь устная договоренность, то последняя в ходе расследования несчастного случая должна быть подтверждена объяснительными руководителя, пострадавшего, свидетелей.

При наличии этих двух факторов другие факторы при квалификации не учитывают. На квалификацию не влияет виновность в несчастном случае самого пострадавшего, нахождение его в состоянии алкогольного или наркотического опьянения. Эти факты могут повлиять только на уменьшение выплат возмещения вреда и послужить причиной привлечения работника к ответственности.

Случай также квалифицируют как «производственный», если работник предприятия в момент происшествия не исполнял свои трудовые обязанности, но получил травму:

► при следовании к месту работы или с места работы на предоставленном работодателем транспорте либо на личном транспорте при наличии соот-

ветствующего договора с работодателем или его распоряжения о использовании этого транспорта в производственных целях;

- ▶ при следовании к месту командировки и обратно;

- ▶ при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха (водитель – сменщик на транспортном средстве, проводник или механик рефрижераторной секции в поезде и т.п.);

- ▶ при работе вахтовым методом во время междусменного отдыха;

- ▶ при совершении действий в интересах работодателя или направленных на предотвращение аварии или несчастного случая.

Несчастные случаи могут быть квалифицированы как «не связанные с производством», если:

- ▶ это смерть вследствие общего заболевания (не усиленного вредными или опасными факторами производства) или самоубийства, подтвержденного в установленном порядке учреждением здравоохранения или следственными органами;

- ▶ это смерть или повреждение здоровья, единственной причиной которых явилось (по заключению органов здравоохранения) алкогольное или наркотическое опьянение (отравление) работника. Сюда не относятся случаи отравления спиртами, ароматическими, наркотическими и другими аналогичными веществами, происшедшие при нарушении технологических процессов с их использованием;

- ▶ они произошли при совершении пострадавшим в момент происшествия проступка, содержащего по заключению представителей правоохранительных органов, признаки уголовно наказуемого деяния (кража имущества, разбой, умышленная порча имущества предприятия и т.п.).

В соответствии с вышеуказанным порядком расследуют несчастные случаи с лицами, находящимися с работодателем в трудовых отношениях. Если же пострадавший находился с работодателем в гражданско – правовых отношениях (например, был привлечен для выполнения какого – то объема работы с разовой оплатой), то такие случаи обычно не расследуют и не учитывают. Тем не менее государственный инспектор труда по просьбе или заявлению пострадавшего (или членов его семьи или его представителя) имеет право расследовать

тяжелые случаи и случаи со смертельным исходом с составлением акта расследования тяжелого несчастного случая (несчастного случая со смертельным исходом) без заполнения п. 7 формы «**Квалификация и учет несчастного случая**». Акт формы Н – 1 при этом не составляется. Материалы такого расследования пострадавший (его представители) могут использовать в суде для взыскания с причинителя вреда (работодателя) возмещения вреда.

Если в ходе такого расследования были установлены сведения, полагающие, что указанным гражданско – правовым договором фактически регулировались трудовые отношения (к сожалению, такое часто встречается), то государственный инспектор труда направляет все эти сведения и материалы расследования в суд для судебного установления характера производственных правоотношений. Если суд установит, что фактически имели место неоформленные трудовые отношения, то случай квалифицируют как «**производственный**» с полным оформлением всех необходимых документов.

Признаками трудовых отношений являются.

▶ выполнение работником определенных трудовых функций (работа по специальности, квалификации, должности);

▶ подчинение работника правилам внутреннего трудового распорядка предприятия (начало и окончание работы в установленное время, обязательное исполнение им текущих приказов и распоряжений администрации, работа под непосредственным руководством кого-то из представителей работодателя и т.п.);

▶ выплата работнику заработной платы в установленные сроки с удержанием из нее установленных законом налогов и др.

Признаки гражданско – правовых отношений:

▶ выполнение не определенных трудовых функций, а только оговоренного объема работ;

▶ завершение работы к согласованному сроку, без обязательного прихода и ухода из организации по ее распорядку;

▶ получение не регулярной ежемесячной заработной платы, а заранее оговоренного денежного вознаграждения за весь объем работы или за выполнение определенных ее этапов, частей.

1.4 Оформление материалов расследования

Если нетрудоспособность пострадавшего составила не менее одного дня или он по состоянию здоровья переведен на более легкую работу, или травма повлекла его смерть, комиссия по расследованию несчастного случая составляет, подписывает и утверждает у работодателя на каждого пострадавшего акт о несчастном случае на производстве по форме Н – 1 в трех экземплярах. Один выдает пострадавшему или членам его семьи при его гибели, второй – направляет в фонд социального страхования по месту происшествия; третий экземпляр остается на предприятии и хранится **45 лет** (это минимальный срок). На практике бывают случаи, когда пострадавший обращается с жалобой о неправильной квалификации случая, произошедшего и более 45 лет назад. В случае установления факта грубой неосторожности пострадавшего (если он был застрахован), содействовавшего возникновению или увеличению вреда его здоровья, в акте формы Н – 1 комиссия указывает степень его вины в процентах. Впоследствии это будет учтено при назначении пострадавшему выплат в счет возмещения вреда. Возможно уменьшение выплат, но максимум на 25% от причитающейся суммы.

Все утвержденные материалы расследования тяжелых и несчастных случаев со смертельным исходом председатель комиссии направляет в прокуратуру для рассмотрения вопроса о возбуждении уголовного дела в отношении лиц, нарушивших требования охраны труда; а также в Госинспекцию труда и страховщику (Фонду социального страхования региона), если несчастный случай произошел с застрахованным.

1.5 Учет несчастных случаев на производстве

Все сведения о несчастных случаях, оформленных актом формы Н-1, работодатель обязан занести в журнал учета несчастных случаев на производстве установленной формы (рис. 1.2).

**Журнал регистрации несчастных случаев на производстве
(форма № 9 Приложения к Постановлению
Министерства труда РФ от 24.10.2002 г. № 273)**

Наименование организации:										
Фамилия, имя, отчество индивидуального предпринимателя:										
Регистрационные данные:										
№ п/п	Дата и время несчастного случая на производстве	Фамилия, имя, отчество пострадавшего, год рождения, общий стаж работы	Профессия (должность) пострадавшего	Место, где произошел несчастный случай на производстве	Вид происшествия, приведшего к несчастному случаю на производстве	Описание обстоятельств, при которых произошел несчастный случай на производстве	№ акта о несчастном случае на производстве по форме Н-1 и дата его утверждения	Последствия несчастного случая на производстве (количество дней нетрудоспособности, инвалидность, смертельный исход)	Принятые меры по устранению причин несчастного случая на производстве	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Рисунок 1.2 – Схема журнала учета несчастных случаев

Убавление, изъятие каких – либо граф из него не допускается. Такая регистрация необходима на случай утери актов формы Н – 1 для разбирательства и выявления обстоятельств травмы, например, при подаче жалобы или обращения в суд пострадавшего или его представителей, когда они не согласны с выводами комиссии. Журнал должен быть прошнурован и скреплен печатью. Какие-либо исправления в тексте не допускаются. Страницы журнала должны быть пронумерованы.

Законодательство не устанавливает срок хранения этого журнала, но по общепринятой практике его следует хранить не менее **45 лет с даты внесения последней записи** (так же как и акты формы Н – 1 и по той же причине).

Законодательство также не обязывает вести учет несчастных случаев, квалифицированных как «не связанные с производством». Акт формы Н – 1 на пострадавших в этой ситуации не составляют. Но мы считаем, что другие материалы расследования, подтверждающие такое решение, должны быть оформлены. В журнал учета такой случай также следует занести, но с пометкой «не свя-

зан с производством» или «не учетный». Это необходимо на случай обжалования пострадавшим или его родственниками решения комиссии о квалификации, может быть даже спустя много лет, с чем приходилось часто встречаться на практике.

1.6 Нарушения, допускаемые работодателями при расследовании несчастных случаев на производстве

Среди нарушений можно выделить в первую очередь – сокрытие (не расследование) несчастных случаев, особенно легких, с временной утратой трудоспособности; не ведение журналов учета несчастных случаев, очень низкое качество расследования легких случаев и оформления документов: состав комиссии менее трех человек, отсутствие их подписей, не заполнение многих пунктов акта формы Н – 1 и др. Такие недооформленные акты впоследствии, если понадобится, не могут служить официальным юридическим документом для назначения возмещения вреда, например, в случае перехода травмы из легкой в тяжелую со стойкой утратой трудоспособности.

Довольно часто в акте Н – 1 обстоятельства несчастного случая (п. 7) настолько слабо прописаны, что не дают представления о том, что же на самом деле произошло. В п. 9 акта Н – «Причины несчастного случая» часто пишут ничего не объясняющую фразу «Нарушение охраны труда», а вот каких правил, кем совершено нарушение – неизвестно.

Часто указанные в акте причины несчастных случаев (п. 9) не вытекают из их обстоятельств, как не вытекают из обстоятельств допущенные нарушения требований по охране труда и перечень лиц, их допустивших. Все это впоследствии затрудняет принятие решения администрацией предприятия о наказании виновных лиц, а в прокуратуре, куда были направлены материалы расследования (тяжелого, несчастного случая со смертельным исходом) – решения о возбуждении или в отказе о возбуждении уголовного дела в отношении виновных лиц. К сожалению, такое бывает и при расследовании несчастных случаев государственными инспекторами труда.

Имеет место необоснованное обвинение в нарушениях требований охра-

ны труда самих пострадавших. Особенно досадно, когда обвиняют в этом погибших (они, естественно, себя защитить уже не могут). Обвиняют, не приводя никаких ссылок на нормативные акты, которые они нарушили.

Распространенное нарушение – работодатели не берут в учреждениях здравоохранения заключения о тяжести травм, в результате чего тяжелые несчастные случаи неправоммерно расследуют самостоятельно без участия государственного инспектора труда, с низким качеством оформленных документов, которые затем Фонды социального страхования не принимают и не назначают возмещение вреда.

В состав комиссии включают руководителей участков, на которых произошел несчастный случай, а они лица явно заинтересованные и не способствуют объективному расследованию.

Встречаются и случаи создания на предприятии постоянно действующей единой комиссии по расследованию несчастных случаев. Это неправильно. На каждый несчастный случай отдельным приказом следует создавать только свою индивидуальную комиссию, хотя бы потому, что не при каждом несчастном случае одни и те же лица могут в нее входить.

На практике (особенно на предприятиях малого и среднего бизнеса и у частных предпринимателей) прием на работу часто ведут без письменного документального оформления трудовых отношений с целью ухода от налогообложения и по другим причинам. Таким образом работники, получая травму, остаются незащищенными, и в определенной ситуации не получают возмещения вреда, так как работодатели от них просто отказываются.

Примечание: ФОИВ – федеральный орган исполнительной власти; ГИТ – государственная инспекция труда; ОИВ – орган исп. власти; ТОП – территориальное объединение профсоюзов; ТОГН - территориальный орган государственного надзора.

1.7 Пример расследования несчастного случая (деловая игра)

Игра предназначена в основном для студентов профиля «Безопасность технологических процессов и производств», а также для проведения занятий на курсах по подготовке и повышению квалификации руководителей и специалистов по охране труда предприятий и организаций, и имеет целью за-

крепление знаний и получение навыков по организации и проведению расследований несчастных случаев.

Игра проводится как правило, в форме заключительного занятия по курсу производственной безопасности. На нее отводится, в зависимости от контингента обучаемых, от 4 до 8 часов учебного времени.

1.7.1 Содержание и порядок проведения игры

Игра посвящена расследованию несчастного случая в его наиболее тяжелой форме – со смертельным исходом. Сам случай взят из реальной производственной жизни машиностроительного завода

Слушатели – участники игры (в дальнейшем – участники) делятся на группы по 3 – 5 человек которые выполняют в игре функции комиссии по расследованию несчастного случая. При общей численности участников более 15 – 20 человек образуется также группа жюри члены которого выполняют функции помощников преподавателя – руководителя игры. Они закрепляются (по одному) за игровыми группами, выдают им по запросу необходимые материалы. Владея полной информацией по несчастному случаю, они для играющей группы являются как бы внешней «производственной» средой. Наблюдая за тем, как ведется расследование, члены жюри оценивают работу группы и каждого участника. Группа оценивается по количеству, составу и качеству использования запрашиваемой информации, участники – по уровню их активности. Может применяться пяти– или десятибалльная система оценок. Критерии оценок – на усмотрение руководителя игры.

По форме проведения игра носит смешанный характер. Все игровые группы расследуют один и тот же несчастный случай, пользуются одной и той же информацией, соревнуются между собой в качестве принимаемых решений, обоснованности своих выводов и предложений. В этом смысле игра носит соревновательный характер. Вместе с тем это и ролевая игра, так как внутри группы распределяются роли членов комиссии по расследованию: один выполняет роль представителя администрации предприятия, другой – трудового коллектива и т.д. Каждый оценивает несчастный случай со своей точки зрения, защищает "свои" интересы, хотя в целом все стремятся к объективной оценке случившегося.

Накануне проведения игры рекомендуется провести тестовый (программированный) контроль знания участниками Положения о порядке расследования и учета несчастных случаев на производстве. Если по каким-либо причинам провести контроль накануне или хотя бы перед началом игры не удастся, полезно им завершить игру. В этом случае он будет служить средством не активизации подготовки слушателей к игре, а формой оценки эффективности игры - с одной стороны, и самооценки слушателями своих знаний - с другой.

Содержание тестов программированного контроля приведено ниже.

Часть вопросов (1, 4, 5) носит характер мини – ситуаций с их помощью выявляется умение участников игры применять положение о расследовании и учете несчастных случаев на практике.

Оценку "отлично" участнику игры рекомендуется выставлять при наличии 19 – 20, "хорошо" – 15 – 18, «удовлетворительно» – 10 – 14 правильных ответов. Выводится и объявляется также средневзвешенный балл группы.

Целесообразно в заключение прокомментировать вопросы, вызвавшие у участников наибольшие затруднения.

Игра начинается с выдачи группам краткой информации о несчастном случае и задания по его расследованию. Они должны быть размножены, как и другие материалы, выдаваемые группам по ходу игры. Ни преподаватель, ни члены жюри не вмешиваются в работу групп, ограничиваясь, как правило, только консультациями по процедурным вопросам.

По завершении работы устраивается перерыв для анализа поступивших от групп материалов и их оценки, она проводится руководителем игры совместно с членами жюри. Затем организуется обсуждение результатов игры: выступают со своими выводами и предложениями руководители групп, члены жюри. Заключает обсуждение преподаватель – руководитель игры: объявляется, какая группа работала лучше других, дается оценка активности отдельных участников

Обсуждение результатов – важная часть игры, позволяющая участникам сравнить свои решения с решениями других групп, обменяться мнениями и опытом организации расследований на своих предприятиях, возникающих при

этом проблемах и способах их решения. Для этого рекомендуется отводить около трети всего времени, затрачиваемого на игру.

Заключения, составленные группами, должны вскрыть причины несчастного случая, определить его виновников, наметить пути и меры по предупреждению повторения в будущем.

1.7.2 Материалы для участников игры

1. Краткое описание несчастного случая

Рабочий механического цеха **Кузин Иван Петрович** при обработке вала на шлицефрезерном полуавтомате был через одежду затянут деталями привода между валом и станиной станка, получил тяжелую травму и спустя двое суток скончался в больнице.

2. Задание участникам игры

Группа выполняет функции по расследованию несчастного случая. Поскольку в игре речь идет о несчастном случае со смертельным исходом, возглавлять комиссию должен государственный инспектор по охране труда. Решите, кого, по вашему мнению, кроме него целесообразно включить в состав комиссии. Согласуйте свое решение с руководителем игры, после чего распределите роли членов комиссии между собой. Если за группой будет закреплен член жюри, сообщите о распределении ролей ему.

Действуйте дальше в соответствии со следующим заданием.

1. Определите последовательность проведения расследования, оформите его в виде плана расследования и сдайте его руководителю игры (члену жюри).

2. В соответствии с планом проведения расследования запросите и получите у руководителя игры (члена жюри) необходимую информацию, проанализируйте ее. Информация выдается частями, т.е. по мере хода расследования.

3. Составьте заключение по материалам расследования, оформите акт по форме Н – 1 и акт расследования, сдайте их руководителю игры (члену жюри).

4. Составьте проект приказа руководителя предприятия по реализации результатов расследования, приведя в нем перечень мероприятий по устранению причин несчастного случая и предупреждению возникновения их в будущем, а также в целом по совершенствованию охраны труда на предприятии.

5. Подготовьтесь к подведению итогов игры, к защите своих выводов и предложений в ходе общей дискуссии. С кратким докладом (3-5 мин) должен выступить старший группы (он же руководитель условной комиссии по расследованию).

Обменяйтесь между собой мнениями и опытом организации расследования несчастных случаев, будьте готовы поделиться ими в ходе общей дискуссии.

3. Информация о несчастном случае

(Обычно собирается и анализируется комиссией по расследованию, выдается группам играющих по мере поступления от них запросов; незапрошенная информация группе не выдается.)

3.1. Сведения о пострадавшем

Кузин Иван Петрович, 1961 г. рождения, зуборезчик 4 разряда, стаж – с 1979 г., на данном машиностроительном заводе с 1990 г., женат, имеет на иждивении мать в возрасте 97 лет.

3.2. Краткая характеристика места (объекта) происшествия, где произошел несчастный случай

Несчастный случай произошел в механическом цехе № 2 на участке обработки валов. Станок, на котором пострадавший производил нарезку шлицев, шлицефрезерный полуавтомат 5350, инв. № 814, выпущен в 1973 г., прошел капитальный ремонт в 1992 г., имеет автоматическое выключение рабочего цикла обработки.

Заготовка вала при обработке устанавливается в центрах станка, получает вращение от шпинделя станка через планшайбу шпинделя и поводковый хомут, закрепленный на свободном конце обрабатываемого вала. Хомут изготовлен по чертежам завода, где произошел несчастный случай.

Рабочее место пострадавшего оснащено поворотным краном с электро-тельфером, для установки и снятия валов при обработке.

Заготовки валов хранятся в металлической таре, расположенной на расстоянии 1,8 м от станка.

Рабочее место имеет комбинированное освещение, включающее общее и местное.

3.3. Проведение инструктажей и обучения по охране труда

Пострадавший Кузин И.П.. согласно представленным комиссии документам, проходил вводный инструктаж 20.07.1990 г., инструктаж на рабочем месте – 5.11.90 г., проверку знаний по профессии и виду работ (нарезанию шлицев) – при выдаче задания на обработку партии валов.

3.4. Обстоятельства несчастного случая

Несчастный случай произошел 21 марта 1996 г. в 13.30. Осмотр места происшествия показал, что крепежный болт поводкового хомутика зацепился за карман рабочей куртки, начал наматывать ее на вращающуюся деталь и увлек за собой рабочего, раздев его, причем вместе с одеждой на валу оказалась намотанной вырванная из плеча левая рука, а тело рабочего опрокинута на станину станка под обрабатываемым валом.

Станок был выключен подбежавшими рабочими, а пострадавший машиной скорой помощи доставлен в больницу, где спустя двое суток скончался

3.5. Опрос руководителей и очевидцев случившегося

Мастер участка заявил, что Кузин И.П. – добросовестный работник, никаких претензий у него к нему не было. Кузину И.П. оставалось около 4-х лет до пенсионного возраста. Задание на обработку валов мастер выдал ему неделю назад, проверил его знания. Наладка станка проводилась под руководством начальника бюро механической обработки. Все шло нормально. В тот день он обрабатывал уже девятый вал из партии в 22 штуки. Судя по тому, что уже было выполнено, до конца цикла обработки и автоматического останова станка оставалось всего 10 – 15 с. Возможно, что, не дождавшись этого. Кузин И.П. потянулся за инструментом или технологической картой, которые обычно держал на делительной бабке станка, при этом не учел, что у станка нет ограждения рабочей зоны. Его зацепило головкой болта, выступающей примерно на 25 мм из корпуса поводковой оправки.

Токарь П.П.Петушков: Мой станок расположен наискосок от Ивана Петровича. Когда он закричал, я не сразу понял, что случилось, а обернулся

увидел голую спину Ивана Петровича, остановил свой станок, крикнул соседу Конюхову, а сам кинулся на здравпункт.

Токарь Н.В. Конюхов: Подбежав к станку Ивана Петровича, я стал нажимать на все кнопки, чтобы остановить станок. Вместе с подбежавшими товарищами сняли его со станины, положили на носилки, он был жив, стонал. Прибежала заведующая здравпунктом, стала делать уколы, а вскоре прибыла и машина скорой помощи и увезла его в больницу.

Зав. здравпунктом В.Н. Иванцова: Травма была ужасной. После первых уколов пострадавший пришел в сознание, я спросила, переносит ли он новокаин, он сказал "да" и снова потерял сознание. В таком состоянии его увезла скорая помощь.

Начальник цеха А.А. Мамлыгин: Меня в тот момент в цехе не было, ходил в сборочный цех за деталями. При возвращении от рабочего своего цеха узнал о несчастном случае и бегом направился к проходной, чтобы встретить скорую помощь. Как могло такое случиться с Кузиным – не знаю, потрясен. Будем разбираться.

Главный механик завода А.М. Бирюзов: Буквально на днях комиссия, которая еженедельно проверяет техническое состояние станочного парка, подтвердила исправность станка 5350. Что касается поводковых оправок, то их на заводе разработано и применяется много и никаких недоразумений с ними не возникало. Не предусмотрено и согласование с Отделом главного механика (ОГМ) их конструкций.

Главный технолог завода В.В. Попков: Оправка разработана технологическим бюро цеха, цехом и изготовлена. Это обычная конструкция. Конечно, болт, что на 25 мм выступает за пределы корпуса оправки, которой зацепился за карман куртки И. П. Кузина, и явился непосредственной причиной трагедии можно и нужно было за пределы корпуса не выводить, Отсутствие ограждения рабочей зоны у станка объясняется его тихоходностью (не более 100 об/мин) и самим характером обработки. Предполагают, что пострадавший потянулся за инструментом и технологической картой. Но почему они должны лежать на делительной бабке станка, а не там, где им положено? Не всегда выполняется в цехах требование не загромождать проходы и проезды, исчезли в ряде мест

плакаты и знаки безопасности, стерлись предупредительные надписи...

Медицинская справка:

Кузин И .П. с 21 по 23 марта находился на стационарном лечении в больнице № 12. Диагноз: травма левой верхней конечности, открытый перелом левой лопатки, III-VII ребер слева, гемопневмоторокс слева, ушиб сердца, перелом правой ключицы, шок IV стадии.

Выписка из ГОСТ 12.2.009-80 "Общие требования безопасности к станкам":

п. 1.4.4. Вращающиеся устройства для закрепления заготовок, инструмента, борштанг (поводки, планшайбы, патроны, оправки с гайками и др.) должны иметь гладкие наружные поверхности. При наличии на наружной поверхности выступающих частей или углублений, которые при работе могут травмировать работника, должны иметь ограждения.

Выписка из стандарта предприятия: Система управления охраной труда. Организация работ в области охраны труда.

Обязанности главного технолога:

► обеспечивает соответствие разрабатываемой и внедряемой в производство технической документации требованиям стандартов ССБТ, правилам и нормам охраны труда:

► организует разработку требований и инструкций на работы повышенной опасности (металлообработка, прессовые, кузнечные и другие работы);

► обеспечивает разработку оснастки и инструмента в соответствии с требованиями стандартов ССБТ и других действующих норм.

Обязанности начальника цеха:

► осуществляет руководство работами по охране труда в цехе, обеспечивает исправное состояние и правильную эксплуатацию оборудования, грузоподъемных и транспортных средств, вентиляционных устройств, съемных грузозахватных приспособлений, ограждающих и блокировочных устройств рабочих мест, проходов и проездов, санитарно-бытовых помещений и устройств.

Аналогичные обязанности у мастера: он организует работу и в течение всей смены контролирует выполнение требований, правил и инструкций по безопасности труда на всех рабочих местах.

АКТ №

о несчастном случае на производстве

1. Дата и время несчастного случая

(число, месяц, год и время происшествия несчастного случая,

количество полных часов от начала работы)

2. Организация (работодатель), работником которой является (являлся) пострадавший

(наименование, место нахождения, юридический адрес, ведомственная и отраслевая

принадлежность /ОКОНХ основного вида деятельности/; фамилия, инициалы работодателя –

физического лица)

Наименование структурного подразделения

3. Организация, направившая работника

(наименование, место нахождения, юридический адрес, отраслевая принадлежность)

4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:

(фамилия, инициалы, должности и место работы)

5. Сведения о пострадавшем:

фамилия, имя, отчество

пол (мужской, женский)

дата рождения

профессиональный статус

профессия (должность)

стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

(число полных лет и месяцев)

в том числе в данной организации

(число полных лет и месяцев)

6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда

Вводный инструктаж

(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте /первичный, повторный, внеплановый, целевой/

(нужное подчеркнуть)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

(число, месяц, год)

Стажировка: с “ ” 200 г. по “ ” 200 г.

(если не проводилась – указать)

Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел

несчастный случай: с

“ ” 200 г. по “ ” 200 г.

(если не проводилось – указать)

Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

(число, месяц, год, № протокола)

7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай

(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных

факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)

Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю

(наименование, тип, марка, год выпуска, организация-изготовитель)

8. Обстоятельства несчастного случая

(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание событий

и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения, установленные в ходе расследования)

8.1. Вид происшествия

8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья

8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения

(нет, да – указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)

8.4. Очевидцы несчастного случая

(фамилия, инициалы, постоянное место жительства, домашний телефон)

9. Причины несчастного случая

(указать основную и сопутствующие причины

несчастного случая со ссылками на нарушенные требования законодательных и иных нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)

10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:

(фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием требований законодательных, иных нормативных правовых и локальных нормативных актов, предусматривающих их ответственность за нарушения, явившиеся причинами несчастного случая, указанными в п. 9 настоящего акта; при установлении факта грубой неосторожности пострадавшего указать степень его вины в процентах)

Организация (работодатель), работниками которой являются данные лица

(наименование, адрес)

11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки

(дата)

1.8 Формы статистической отчетности по охране труда

Состояние охраны труда в организациях отражают две формы статистической отчетности:

1. Форма № 1 – (условия труда) характеризует условия труда, представляется ежегодно до 10 января;

2. Форма № 7 – травматизм (сведения о травматизме на производстве и профессиональных заболеваниях) – годовая форма федерального государственного статистического наблюдения за травматизмом на производстве. Представляется ежегодно до 25 января (Приложение Б).

Все зарегистрированные в организации (у работодателя – физического лица) несчастные случаи на производстве включаются в годовую форму федерального государственного статического наблюдения за травматизмом на производстве.

Эту форму представляют юридические лица, их обособленные подразделения (по перечню, установленному органами государственной статистики) органу государственной статистики по месту, установленному территориальным органом государственной статистики в субъекте Российской Федерации, а также органу, осуществляющему государственное регулирование в соответствующей отрасли экономики.

Эффективность работы по охране труда определяют по наличию несчастных случаев (в том числе тяжелых несчастных случаев, несчастных случаев со смертельным исходом), а также путем сравнения относительных показателей травматизма и профессиональной заболеваемости в данном году в сравнении с предшествующими годами в организации и регионе.

Коэффициент частоты травматизма – количество несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за отчетный период. Определяется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000,$$

где Т – количество несчастных случаев, включенных в отчет;

Р – среднесписочное количество работающих за отчетный период.

$K_{\text{ч}}$ показывает насколько часто происходят несчастные случаи в данной организации, однако он не отражает "тяжести" повреждений.

Коэффициент тяжести травматизма – число дней временной нетрудоспособности, приходящейся на один несчастный случай. Определяется по формуле:

$$K_{\text{Т}} = \frac{Д}{T},$$

где Д – общее количество дней временной нетрудоспособности по всем несчастным случаям.

Коэффициент смертности определяется по формуле:

$$K_{\text{СМ}} = \frac{T_{\text{СМ}}}{T} \cdot 10000,$$

где $T_{\text{СМ}}$ – количество несчастных случаев со смертельным исходом.

Коэффициент профессиональной заболеваемости – количество случаев хронических заболеваний за год, приходящихся на 10000 работающих.

Определяется по формуле:

$$K_{\text{ХРОМ}} = \frac{T_{\text{ХРОМ}}}{P} \cdot 10000$$

где $T_{\text{ХРОМ}}$ – количество впервые установленных случаев хронических профессиональных заболеваний за отчетный период.

Контрольные вопросы:

1. Какие несчастные случаи подлежат расследованию?
3. В течении какого времени необходимо поставить в известность вышестоящую организацию, инспекцию, прокуратуру о несчастных случаях с инвалидным исходом?
4. Сколько дней продолжается расследование?
5. Кто входит в комиссию по расследованию?
6. Какой документ заполняется при несчастном случае?
7. Какие случаи не расследуются?
8. Какие формы документов заполняются при травмах на производстве?

Практическое занятие №2.

Разработка и утверждение правил и инструкций по охране труда

Цель работы. Изучить законодательную и нормативно – правовую базу по разработке и утверждению инструкций по охране труда, изучить методику разработки, согласования, утверждения и регистрации инструкций для работающих, составить инструкцию на рабочее место (профессию, вид работы).

Порядок выполнения работы.

1. Изучить статьи Трудового кодекса и Федерального закона ФЗ- 181, в которых идет речь об инструкциях по охране труда.
2. Изучить Постановление Минтруда России от 17 декабря 2002 г. № 80:
 - основание (исходная информация) для разработки инструкций;
 - обязательные разделы инструкции и их содержание;
 - порядок разработки инструкции для работающих в организации;
 - временные инструкции;
 - порядок согласования, утверждения и регистрации инструкций;
 - периодичность пересмотра инструкций;
 - порядок хранения и выдачи инструкций.
3. Изучить формы журналов учета и учета выдачи инструкций.
4. Составить примерный Перечень инструкций (по предприятию, 1 цеху, отрасли, участку и т.д.).
5. Разработать инструкцию для работающих (по профессии или виду работ).
6. Ответить на контрольные вопросы и вопросы тестовых заданий.

Общие сведения

Работодатель обязан обеспечить: разработку и утверждение с учетом мнения выборного профсоюзного или иного уполномоченного работниками органа инструкций по охране труда для работников организации (ст. 212 ТК РФ,

Постановление Минтруда России от 17 декабря 2002 г. № 80 «Методические рекомендации по разработке нормативных требований охраны труда», разработанные в целях оказания помощи заинтересованным организациям по подготовке и оформлению нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

об утверждении Методических рекомендаций по разработке государственных нормативных требований охраны труда (от 17 декабря 2002 г. № 80) (извлечение)

2.1 Разработка и утверждение типовых инструкций по охране труда

1 .Разработка межотраслевых и отраслевых типовых инструкций по охране труда производится в соответствии с настоящими Методическими рекомендациями.

2. Разработка межотраслевых и отраслевых типовых инструкций по охране труда осуществляется на основе:

- действующих законов и иных нормативных правовых актов;
- изучения вида работ, для которого инструкция разрабатывается;
- изучения условий труда, характерных для соответствующей должности, профессии (вида работ);
- определения опасных и вредных производственных факторов, характерных для работ, выполняемых работниками соответствующей должности, профессии;
- анализа типичных, наиболее вероятных причин несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- определения наиболее безопасных методов и приемов выполнения работ.

3 Требования, предъявляемые к подготовке межотраслевых и отраслевых типовых инструкций по охране труда, аналогичны требованиям, предъявляемым к подготовке межотраслевых и отраслевых правил по охране труда.

В межотраслевую или отраслевую типовую инструкцию по охране труда рекомендуется включать разделы:

1. Общие требования охраны труда.
2. Требования охраны труда перед началом работы.
3. Требования охраны труда во время работы.
4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях
5. Требования охраны труда по окончании работы.

При необходимости в межотраслевую или отраслевую типовую инструкцию по охране труда можно включать другие разделы.

4. В разделе "Общие требования охраны труда" рекомендуется отражать:

- указания о необходимости соблюдения правил внутреннего распорядка;
- требования по выполнению режимов труда и отдыха;
- перечень опасных и вредных производственных факторов, которые могут воздействовать на работника в процессе работы;
- перечень спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты, выдаваемых работникам в соответствии с установленными правилами и нормами;
- порядок уведомления администрации о случаях травмирования работника и неисправности оборудования, приспособлений и инструмента;
- правила личной гигиены, которые должен знать и соблюдать работник при выполнении работы.

5. В раздел "Требования охраны труда перед началом работы" рекомендуется включать; порядок подготовки рабочего места, средств индивидуальной защиты:

- порядок проверки исправности оборудования, приспособлений и инструмента, ограждений, сигнализации, блокировочных и других устройств, защитного заземления, вентиляции, местного освещения и т. п.;
- порядок проверки исходных материалов (заготовки, полуфабрикаты);
- порядок приёма и передачи смены в случае непрерывного технологического процесса и работы оборудования.

6. В разделе "Требования охраны труда во время работы" рекомендуется предусматривать:

- способы и приёмы безопасного выполнения работ, использования обо-

рудования, транспортных средств, грузоподъемных механизмов, приспособлений и инструментов;

- требования безопасного обращения с исходными материалами (сырьё, заготовки, полуфабрикаты);
- указания по безопасному содержанию рабочего места;
- действия, направленные на предотвращение аварийных ситуаций;
- требования, предъявляемые к использованию средств индивидуальной защиты работников.

7. В разделе "Требования охраны труда в аварийных ситуациях" рекомендуется возлагать:

- перечень основных возможных аварийных ситуаций и причины их вызывающие;
- действия работников при возникновении аварий и аварийных ситуаций;
- действия по оказанию первой помощи пострадавшим при травмировании, отравлении и других повреждениях здоровья.

8. В разделе "Требования охраны труда по окончании работ" рекомендуется отражать:

- порядок отключения, остановки, разборки, очистки и смазки оборудования, приспособлений, машин, механизмов и аппаратуры;
- порядок уборки отходов, полученных в ходе производственной деятельности;
- требования соблюдения личной гигиены;
- порядок извещения руководителя работ о недостатках, влияющих на безопасность труда, обнаруженных во время работы.

В тексте межотраслевых и отраслевых типовых инструкций по охране труда делается минимум ссылок на какие-либо нормативные правовые акты, кроме ссылок на правила, на основании которых они разработаны. В инструкциях не следует применять слова, подчеркивающие особое значение отдельных требований (например, "категорически", "особенно", "обязательно", "строго", "безусловно" т.п.), так как все требования инструкции выполняются работниками в равной степени.

Замена слов в тексте инструкции буквенным сокращением (аббревиатурой) может быть допущена при условии его предшествующей полной расшифровки.

Если безопасность выполнения работы обусловлена определёнными нормами, то их указывают в инструкции (величина зазоров, расстояния и т.п.).

Межотраслевые и отраслевые типовые инструкции по охране труда направляются для рассмотрения и согласования в соответствующие профсоюзные органы.

Межотраслевые типовые инструкции по охране труда утверждаются Минтруда России.

Титульный лист межотраслевых типовых инструкций по охране труда при их издании рекомендуется оформлять в соответствии с настоящими Методическими рекомендациями.

Утверждение отраслевых типовых инструкций по охране труда производится федеральными органами исполнительной власти по согласованию с Минтруда России.

Титульный лист отраслевых типовых инструкций по охране труда при их издании рекомендуется оформлять в соответствии с настоящими Методическими рекомендациями.

Утверждение межотраслевых и отраслевых типовых инструкций по охране труда может производиться как в виде пакетов, состоящих из нескольких документов (по видам работ или смежным профессиям), так и в качестве отдельных документов.

В целях систематизации и учета разрабатываемых актов используется следующее обозначение межотраслевых и отраслевых типовых инструкций по охране труда (аналогично обозначению межотраслевых и отраслевых правил по охране труда): ТИ – типовая инструкция, Р – Россия, М – межотраслевая, О – отраслевая, 001 – присвоенный номер, 2000 – год утверждения.

Организация издания (размножения, распространения и др.) межотраслевых и отраслевых типовых инструкций по охране труда осуществляется Мин-

труда России, а отраслевых типовых инструкций по охране труда – федеральным органом исполнительной власти, утвердившим эти инструкции.

Сроки действия межотраслевых и отраслевых типовых инструкций по охране труда устанавливаются с учётом сроков действия соответствующих правил по охране труда..

2.2 Разработка и утверждение инструкций по охране труда для работников

Инструкция по охране труда для работника разрабатывается исходя из его должности, профессии или вида выполняемой работы.

Разработка инструкции по охране труда для работника осуществляется с учетом главы 212 Трудового кодекса Российской Федерации.

Инструкция по охране труда для работника разрабатывается на основе межотраслевой или отраслевой типовой инструкции по охране труда (а при её отсутствии – межотраслевых или отраслевых правил по охране труда), требований безопасности, изложенных в эксплуатационной и ремонтной документации организаций – изготовителей оборудования, а также в технологической документации организации с учётом конкретных условий производства. Эти требования излагаются применительно к должности работника или виду выполняемой работы.

Примерный вид титульного листа инструкций по охране труда для работников при их издании рекомендуется оформлять в соответствии с настоящими Методическими рекомендациями (Приложением Г)

Работодатель обеспечивает разработку и утверждение инструкций по охране труда для работников с учетом изложенного в письменном виде мнения выборного профсоюзного или много уполномоченного работниками органа. Коллективным договором, соглашением может быть предусмотрено принятие инструкций по охране труда по согласованию с представительным органом работников.

Для вводимых в действие новых и реконструированных производств допускается разработка временных инструкций по охране труда для работников.

Временные инструкции по охране труда для работников обеспечивают

безопасное ведение технологических процессов (работ) и безопасную эксплуатацию оборудования. Они разрабатываются на срок до приёмки указанных производств в эксплуатацию.

Проверку и пересмотр инструкций по охране труда для работников организует работодатель. Пересмотр инструкций производится не реже одного раза и 5 лет.

Инструкции по охране труда для работников могут досрочно пересматриваться при:

- пересмотре межотраслевых и отраслевых правил и типовых инструкций по охране труда;

- изменении условий труда работников;

- внедрении новой техники и технологии;

- по результатам анализа материалов расследования аварий, несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

- по требованию представителей органов по труду субъектов Российской Федерации или органов федеральной инспекции труда.

Если в течение срока действия инструкции по охране труда для работника условия его труда не изменились, то ее действие продлевается на следующий срок.

Действующие в подразделении инструкции по охране труда для работников структурного подразделения организации, а также перечень этих инструкций хранятся у руководителя этого подразделения.

Местонахождение инструкций по охране труда для работников рекомендуется определять руководителю структурного подразделения организации с учетом обеспечения доступности и удобства ознакомления с ними. Инструкции по охране труда для работников могут быть выданы им на руки для изучения при первичном инструктаже либо вывешены на рабочих местах или участках, либо хранятся в ином месте, доступном для работников.

Рекомендуемые формы журналов учета инструкций по охране труда для работников и учета выдачи инструкций по охране труда для работников подразделений организации приведены в приложении к настоящим Методическим рекомендациям.

Разработка инструкций осуществляется на основе утвержденного руководителем предприятия Перечня инструкций на все виды работ, проводимых в организации. Перечень должен содержать общие для всех подразделений инструкции (Инструкция по охране труда при эксплуатации электроустановок до 1000 В, Инструкция по пожарной безопасности, Инструкция по охране труда при работе с ручным электроинструментом, Инструкция по охране труда при погрузочно – разгрузочных работах и др.), а также инструкции на виды работ в конкретном подразделении (Инструкция по охране труда при проведении огневых работ, Инструкция по охране труда при обслуживании сосудов под давлением, Инструкция по охране труда для конюха и др.).

2.3 Разработка инструкции по охране труда для работающих на ПЭВМ (пример)

Раздел 1. Общие требования безопасности

1.1. К самостоятельной работе на персональных электронно- вычислительных машинах (в дальнейшем - ПЭВМ) с использованием видеодисплейных терминалов (в дальнейшем - ВДТ) допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет:

– прошедшие обязательный при приеме на работу и 1 раз в два года периодический медицинский осмотр в соответствии с Порядком проведения обязательных медицинских осмотров работников (утвержден постановлением Министерства здравоохранения РФ);

– прошедшие обучение безопасным приемам и методам труда по установленной программе и проверку знаний по охране труда;

– изучившие настоящую инструкцию и прошедшие инструктаж по охране труда;

– имеющие I квалификационную группу по электробезопасности.

Женщины со времени установления беременности и в период кормления грудью к выполнению всех видов работ на ПЭВМ не допускаются.

1.2. Работа операторов и пользователей (в дальнейшем – работающие) ПЭВМ с использованием ВДТ относится к категории работ с вредными и опас-

ными условиями труда.

В процессе работы на ПЭВМ с использованием ВДТ при определенных условиях на работающего могут оказывать воздействие следующие опасные и вредные производственные факторы:

- физические:
 - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело работающего;
 - повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового, инфракрасного излучений;
 - повышенные уровни статического электричества;
 - повышенные уровни запыленности рабочей зоны;
 - повышенное содержание положительных аэроионов в воздухе рабочей зоны и пониженное содержание отрицательных аэроионов в воздухе рабочей зоны;
 - повышенная или пониженная температура, влажность и подвижность воздуха рабочей зоны;
 - повышенный или пониженный уровень освещенности рабочей зоны; повышенный уровень прямой и отраженной блескости;
 - неравномерность распределения яркости в поле зрения; повышенная или пониженная яркость светового изображения; повышенный уровень пульсаций светового потока;
- химические:
 - повышенное содержание в воздухе рабочей зоны окиси углерода, озона, аммиака, фенола, формальдегида, полихлорированных дифенилов;
- биологические:
 - повышенное содержание в воздухе рабочей зоны микроорганизмов;
- психофизиологические:
 - напряжение зрения; напряжение памяти; напряжение внимания; длительное статическое напряжение;
 - большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени; эмоциональные перегрузки; монотонность труда; нерациональная организация рабочего места.

1.3. Средствами индивидуальной защиты работающих на ПЭВМ с использованием ВДТ являются:

- хлопчатобумажный халат темного цвета с антистатической пропиткой;
- экранный защитный фильтр класса "полная защита".

1.4. Работающие на ПЭВМ с использованием ВДТ должны соблюдать требования пожарной безопасности, уметь пользоваться углекислотным огнетушителем, курить только в отведенных местах.

1.5. В случае недомогания или ухудшения состояния здоровья работающий должен сообщить об этом своему непосредственному, а в случае его отсутствия - вышестоящему руководителю, при необходимости обратиться к врачу.

1.6. О неисправностях оборудования и других замечаниях по работе работающий должен сообщить своему непосредственному руководителю или лицам, осуществляющим техническое обслуживание оборудования.

1.7. О любых фактах травмирования работающий незамедлительно сообщает своему непосредственному руководителю, а при его отсутствии – любому должностному лицу.

При несчастном случае работающий принимает меры по оказанию помощи потерпевшему и предотвращению травмирования других работников.

1.8. Работающий на ПЭВМ с использованием ВДТ должен уметь оказывать первую (доврачебную) помощь потерпевшим при несчастных случаях.

1.9. Работающий на ПЭВМ с использованием ВДТ должен соблюдать требования личной гигиены (принимать пищу в установленных местах, перед началом и после окончания работы вымыть с мылом лицо и руки), а также в установленные сроки сдавать средства индивидуальной защиты для проведения соответствующего ухода за ними (стирка, чистка, восстановление антистатической пропитки и т. п.).

1.10 Продолжительность работы на ПЭВМ с использованием ВДТ определяется видом и категорией трудовой деятельности.

1.11. Для обеспечения оптимальной работоспособности на протяжении рабочей смены устанавливаются регламентированные перерывы.

1.12. В случае возникновения непосредственной опасности для жизни и

здоровья работающего и окружающих, при непредоставлении средств индивидуальной защиты работающий имеет право отказаться от выполнения работы, сообщив об указанных обстоятельствах своему непосредственному руководителю, а при непринятии им мер - вышестоящему руководителю.

1.13. Работающие на ПЭВМ должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, трудовую и производственную дисциплину, требования охраны труда, установленные настоящей инструкцией и другими локальными нормативными правовыми актами. За несоблюдение установленных требований работающий несет ответственность в соответствии с законодательством в установленном порядке.

Раздел 2. Требования безопасности перед началом работы

2.1. Работающий на ПЭВМ перед началом работы обязан:

- проветрить рабочее помещение;
- вымыть лицо и руки с мылом, одеть хлопчатобумажный халат, осмотреть и привести в порядок рабочее место;
- убедиться в достаточности освещенности, отсутствии отражений на экране, встречного светового потока, при необходимости отрегулировать освещенность рабочего места;
- проверить правильность подключения оборудования, осветительных приборов местного освещения в электросеть, наличие защитного заземления и подключение экранного проводника к корпусу процессора;
- протереть специальной салфеткой поверхность экрана ВДТ и защитного фильтра (с обеих сторон);
- убедиться в отсутствии дискет в дисководах процессора;
- проверить исправность мебели, правильность установки стола, кресла, подставки для ног, пюпитра для документов, положения оборудования, угла наклона экрана ВДТ, положения клавиатуры. При необходимости отрегулировать положение стола, кресла, расположение ПЭВМ в целях создания удобной рабочей позы, исключения длительных напряжений тела, выполнения зритель-

ной работы вне зоны вредного воздействия излучений ПЭВМ и ВДТ

2.2. Работающий на ПЭВМ обязан соблюдать последовательность включения оборудования:

- включается стабилизатор напряжения (если он используется);
- включается блок питания;
- включаются периферийные устройства: принтер, монитор, сканер и др.;
- включается системный блок (процессор).

При необходимости включается местное освещение.

2.3. Запрещается приступать к работе при:

- обнаружении неисправности оборудования;
- поврежденных кабелей электропитания;
- отсутствии защитного заземления устройств ПЭВМ и ВДТ;
- отсутствии защитного фильтра класса "полная защита" либо отключении заземляющего проводника фильтра;
- нарушении гигиенических норм размещения ПЭВМ и ВДТ (при рядном расположении рабочих мест на расстоянии менее 1 м от стены; при расположении рабочих мест в колонну на расстоянии менее 2 м между тыльной стороной ВДТ одного рабочего места до передней части стола впереди расположенного рабочего места; при расстоянии между боковыми поверхностями ВДТ расположенных рядом рабочих мест менее 1,2 м; при рядном расположении рабочих мест экранами ВДТ друг к другу; площадь на одно рабочее место с ПЭВМ ВДТ менее 6 м²);
- отсутствии в рабочем помещении углекислотного огнетушителя и аптечки первой помощи.

Раздел 3. Требования безопасности при выполнении работы

3.1. Работающий на ПЭВМ с использованием ВДТ обязан:

- выполнять только ту работу, которая ему поручена и по которой он проинструктирован по охране труда;
- содержать свое рабочее место в порядке и чистоте в течение всего рабочего дня,

- соблюдать правила эксплуатации оборудования, установленные соответствующими инструкциями;
- выполнять санитарные требования и нормы, соблюдать режим работы и отдыха, в установленные перерывы выполнять физкультурные упражнения для глаз, шеи, туловища, ног;
- при работе соблюдать рекомендуемое расстояние от экрана ВДТ до глаз (60 – 70 см);
- пользоваться дополнительными приспособлениями для создания удобств в работе: подставка для ног, пюпитр для документов, светильник местного освещения и т. п.;
- следить за соблюдением температурно – влажностного режима, регулярно проветривать рабочее помещение;
- при работе с текстовой информацией предпочтение отдавать наиболее физиологически оптимальному режиму представления черных символов на белом фоне;
- при необходимости прекращения работы на некоторое время корректно закрыть все активные задачи. Отключение питания производить лишь в случае необходимости нахождения работающего в непосредственной близости от ВДТ (менее 2 м);
- не допускать нахождения вблизи ПЭВМ других работников, не связанных с выполнением работы.

3.2. При работе на ПЭВМ с использованием ВДТ работающий использует перерывы, продолжительность и время предоставления которых устанавливается нанимателем в зависимости от вида и категории трудовой деятельности.

График предоставления перерывов и их продолжительность вывешивается в рабочем помещении.

3.3. Продолжительность непрерывной работы на ПЭВМ с использованием ВДТ не должна превышать 2 часов.

При работе в ночную смену (с 22 до 6 часов), независимо от категории и вида трудовой деятельности, суммарная продолжительность регламентированных перерывов увеличивается на 60 минут.

При 12-часовой рабочей смене регламентированные перерывы устанавливаются в первые 8 часов работы аналогично перерывам при 8 – часовой рабочей смене, в течение последних 4 часов работы, независимо от категорий и видов работ, каждый час продолжительностью 15 минут.

3.4. Работающему на ПЭВМ с использованием ВДТ запрещается:

- прикасаться одновременно к экрану ВДТ и клавиатуре;
- прикасаться к задней стенке системного блока (процессора) при включенном питании;
- производить какие-либо переключения при включенном питании;
- загромождать верхние панели устройств ненужными бумагами и посторонними предметами;
- допускать захламленность рабочего места бумагой (в целях недопущения накапливания органической пыли);
- производить отключение питания во время выполнения активной задачи;
- допускать попадание влаги на поверхность системного блока (процессора), ВДТ, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и других устройств;
- проводить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования;
- курить на рабочем месте.

3.5. С целью уменьшения отрицательного влияния монотонности целесообразно применять чередование операций осмысленного ввода текста и числовых данных (изменение содержания работ), чередование редактирования текстов и ввода данных.

Раздел 4. Требования безопасности в аварийных ситуациях

4.1. Работающий на ПЭВМ с использованием ВДТ обязан:

- при обнаружении обрыва проводов питания, заземления и других повреждений электрооборудования, появлении запаха гари, возникновении необычного шума немедленно отключить питание и сообщить о случившемся непосредственному руководителю или лицу, осуществляющему техническое обслуживание оборудования;

– в случае сбоя в работе технического оборудования или программного обеспечения пригласить соответствующих специалистов для устранения неполадок;

– при возгорании оборудования отключить питание и принять меры к тушению очага возгорания с помощью углекислотного огнетушителя, сообщить о происшедшем своему руководителю;

– при поражении работника электрическим током немедленно освободить его от действия тока путем отключения электропитания и до прибытия врача оказывать потерпевшему первую помощь в соответствии с памяткой;

– при появлении боли в пальцах, кистях рук, рези в глазах, усилении сердцебиения и т. п. прекратить работу, выключить оборудование, сообщить о недомогании своему непосредственному руководителю и, при необходимости, обратиться к врачу.

4.2. В случае возникновения у работающего зрительного дискомфорта и других неблагоприятных субъективных ощущений, несмотря на соблюдение санитарно-гигиенических и эргономических требований, режимов труда и отдыха, следует применять индивидуальную коррекцию длительности перерывов для отдыха или проводить смену деятельности на другую, не связанную с использованием ПЭВМ.

Раздел 5. Требования безопасности после окончания работы

5.1. По окончании работы работающий обязан:

- произвести закрытие всех активных задач;
- извлечь дискету из дисковода;
- выключить питание системного блока (процессора);
- выключить питание всех периферийных устройств;
- отключит блок питания;
- отключить стабилизатор напряжения (если он используется);
- осмотреть и привести в порядок рабочее место;
- закрыть клавиатуру крышкой (это предотвратит попадание пыли);
- снять халат, вымыть с мылом лицо и руки;

– сообщить о неисправностях и замечаниях, выявленных в процессе работы, своему непосредственному руководителю.

При уходе с работы закрыть окна, выключить освещение в рабочем помещении.

5.2. В конце рабочего дня и во время регламентированных перерывов работающим на ПЭВМ с высоким уровнем напряженности труда показана психологическая разгрузка в специально оборудованном помещении (комната психологической разгрузки).

Примечания

1. Изложенный базовый вариант инструкции по охране труда подлежит доработке и уточнению с целью учета требований безопасности, присущих соответствующему типу (марке) ПЭВМ и ВДТ и указанных в их паспортах и эксплуатационной документации заводов-изготовителей, а также требований, обусловленных особенностями организации труда (порядок передачи смены при непрерывном технологическом процессе и др.).

2. В соответствии с Порядком разработки, согласования и утверждения инструкций по охране труда (утвержден постановлением Госкомтруда РФ текст инструкции подлежит согласованию с заинтересованными службами предприятия, профсоюзом (лии), действующим (или) у нанимателя, оформлению и утверждению в соответствии с указанным Порядком.

2.4. Примерный вид титульного листа инструкции по охране труда для работника (наименование организации)

СОГЛАСОВАНО

Наименование должности
руководителя профсоюзного
иного уполномоченного
работниками органа

Дата согласования

или

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Наименование должности работодателя
либо _____

(подпись) (инициалы, фамилия)

Дата утверждения

(подпись) (инициалы, фамилия)

Реквизиты документа, выражающего мнение профсоюзного или иного уполномоченного работниками органа

ИНСТРУКЦИЯ
по охране труда для
(наименование должности, профессии или вида работ)

(обозначение)

Примечание. На оборотной стороне инструкции рекомендуется наличие виз: разработчика инструкции, руководителя (специалиста) службы охраны труда, энергетика, технолога и других заинтересованных лиц.

Контрольные вопросы.

1. Виды инструкций по охране труда.
2. Кто обязан разрабатывать инструкции по охране труда?
3. Сколько разделов додержит инструкция?
4. Какова нумерация разделов и подразделов?
5. На какой срок разрабатывается инструкция?
6. Кто утверждает и кем согласуется инструкция?
7. Когда инструкция должна быть пересмотрена?
8. Можно ли размещать в инструкции схемы, рисунки?
9. На основании каких нормативных актов разрабатывается инструкция?
10. В каком разделе указываются вредные и опасные факторы I процесса?
11. В каком разделе рассматриваются меры по предотвращению I аварийных ситуаций?
12. В каких случаях разрешены временные инструкции?
13. Как составляется Перечень инструкций?
14. Какая исходная информация необходима для разработки типовых отраслевых и межотраслевых инструкций?

Практическое занятие №3.

Инструктаж, обучение, проверка знаний и допуск персонала к работе

Цель работы: Изучить законодательную и нормативно – правовую документацию по обучению охране труда. Разработать примерные программы обучения и инструктирования.

Порядок выполнения работы.

Изучить статьи Федерального закона ФЗ-181 и Трудового кодекса, касающиеся обучения охране труда.

Изучить ГОСТ 12.0.004 об организации обучения по охране труда.

Изучить Положение о порядке обучения и проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов предприятий, учреждений и организаций АПК.

Установить периодичность и определить ответственных лиц за проведение обучения и инструктажей по охране труда.

Разработать программу обучения охране труда и создать комиссию по проверке знаний по охране труда на предприятии (в организации).

Составить примерный перечень вопросов вводного инструктажа по охране труда.

Составить примерный перечень вопросов первичного инструктажа.

Заполнить необходимые документы по регистрации обучения и инструктажа (протокол, журналы, карточки).

Порядок проведения работы

1. Изучить статью 225 (Обучение и профессиональная подготовка в области в области Охраны труда) Трудового кодекса Российской Федерации

2. И Федерального закона, в которых идет речь об инструкциях по охране труда.

3. Изучить ГОСТ 12.004 – 90 «Система стандартов безопасности труда. Организация обучения по безопасности труда»,

4. Изучить Положение № от 1996 г., Постановление Минтруда России и Минобразования России от 13 января 2003 г. № 1/29. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций.

3. Изучить формы журналов учета проведения инструктажей.

4. Составить примерную программу и Перечень инструкций (по предприятию, 1 цеху, отрасли, участку и т.д.).

5. Разработать инструкцию для работающих (по профессии или виду работ).

6. Ответить на контрольные вопросы и вопросы тестовых заданий.

Общие сведения

Все работники организации, в том числе ее руководитель, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации (ст. 225 ТК, ОСТ 46, ГОСТ 12.004-90 «Организация обучения по безопасности труда», Положение № от 1996 г., Постановление Минтруда России и Минобразования России от 13 января 2003 г. № 1/29. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций.

3.1 Обучение охраны труда

В практической охране труда, особенно в современных условиях, когда руководителю предприятия очень сложно найти средства на модернизацию или покупку новой, более защищенной техники, на выполнение других мероприятий по охране труда с тем, чтобы снизить травматизм, большое значение приобретает обучение работников безопасным приемам и методам труда, проведение инструктажей, разработка для них правил и инструкций по охране труда. На это не требуется много средств, а польза – огромная.

В соответствии с совместным постановлением Минтруда России (№ 1) и Минобразования России (№ 29) от 13.01.2003 обучению по охране труда и проверке знаний подлежат все работники организации, в том числе и ее руководитель.

Руководители организаций, их заместители, специалисты, инженерно-технические работники в обязательном порядке изучают вопросы охраны труда при обучении по специальности в высших и других учебных заведениях, а также при повышении квалификации по специальности.

Кроме того, руководители и специалисты, осуществляющие руководство или контроль за проведением работ на рабочих местах, обязаны в течение первого месяца после поступления на работу или назначения на новую должность пройти специальное обучение по вопросам охраны труда в объеме должностных обязанностей. Далее – по мере необходимости, но не реже одного раза в три года. Учеба заканчивается проверкой знаний с оформлением соответствующего протокола и выдачей удостоверения за подписью председателя экзаменационной комиссии. Учебу проводят в обучающих организациях, имеющих на это соответствующую лицензию и штатных преподавателей.

Руководители и специалисты организации могут проходить обучение и проверку знаний в самой организации, имеющей комиссию по проверке знаний, члены которой прошли обучение в обучающих организациях. Учебу в организации проводят по программам, утвержденным ее руководителем и отражающим должностные обязанности по охране труда тех или иных групп специалистов. Универсальных программ не применяют.

Для проверки знаний по результатам учебы на предприятии работодатель своим приказом создает комиссию (не менее трех человек) из лиц, прошедших соответствующее обучение и проверку знаний и имеющих соответствующее удостоверение. Результаты проверки знаний оформляют протоколом, а лицам, успешно прошедшим проверку, выдают соответствующее удостоверение за подписью председателя экзаменационной комиссии.

Внеочередную проверку знаний вышеперечисленные лица проходят: при изменении нормативных документов по охране труда (в объеме этих документов); при вводе нового технологического оборудования (по этому оборудованию); при переводе специалистов на другую работу с новыми обязанностями по охране труда (в объеме этих обязанностей); по требованию должностных лиц федеральной инспекции труда, работодателя, при выявлении нарушений охра-

ны труда или выявлении недостаточных знаний работниками требований охраны труда, а также после аварий, несчастных случаев; при перерыве работы в данной должности более одного года.

Работники, не показавшие достаточных знаний при проверке, обязаны пройти ее повторно в течение одного месяца.

Работники рабочих профессий, выполняющие работы, не связанные с повышенной опасностью, изучают вопросы охраны труда при обучении по своим специальностям, а также через систему инструктажей по охране труда при поступлении на работу и во время ее.

Работники рабочих профессий, занятые на отдельных видах работ, при обслуживании некоторых видов машин, оборудования, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности, проходят дополнительное специальное обучение по безопасности труда со стажировкой на рабочем месте, сдачей соответствующего экзамена и получением удостоверения на право самостоятельной работы. По требованию нормативных документов эти категории рабочих проходят периодическую проверку знаний по безопасности труда, как правило, один раз в год. При получении рабочим на экзамене неудовлетворительной оценки он к самостоятельной работе не допускается и обязан вновь пройти проверку знаний и практических навыков в течение месяца. К таким работам и профессиям относятся водители автомобилей, тракторов, самоходной техники; крановщики, автокрановщики, стропальщики; персонал по ремонту и обслуживанию грузоподъемных машин, паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, газового хозяйства; газосварщики; станочники металлообрабатывающего оборудования; рабочие, обслуживающие быков-производителей; работы, связанные с транспортировкой, сливом, хранением и использованием нефтепродуктов и др.

3.2 Инструктажи по охране труда

С работниками предприятий проводят следующие виды инструктажей по охране труда: вводный и инструктажи на рабочем месте – первичный инструктаж, повторный, внеплановый, целевой. Порядок и содержание инструктажей

установлен ГОСТ 12.0.004 – 90 ССБТ «Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

Вводный инструктаж проводит инженер по охране труда (или лицо, на которое приказом по предприятию возложены эти обязанности) со всеми вновь принимаемыми на работу, а также с прибывшими в командировку, с учащимися и студентами, прибывшими на производственную практику, с учащимися в учебных заведениях перед началом лабораторных и практических работ.

Вводный инструктаж проводят до подписания приказа о приеме работника на работу по программе, разработанной в организации с учетом всех нормативных требований и утвержденной руководителем предприятия по согласованию с профсоюзным комитетом.

При вводном инструктаже знакомят со структурой предприятия, характерными особенностями производства, правилами внутреннего трудового распорядка предприятия, применяемыми мерами поощрения и наказания, основными обязанностями по охране труда, порядком предоставления отпусков. Дают общие сведения об опасных и вредных производственных факторах, действующих на рабочих местах. Рассказывают, как эти факторы влияют на организм человека, как защититься от них, в том числе с помощью коллективных и индивидуальных средств защиты. Знакомят с порядком и правилами обеспечения работников спецодеждой, спецобувью и другими СИЗ, с условиями прохождения медицинских осмотров, обеспечения молоком или другими равноценными пищевыми продуктами, с порядком выполнения работ по наряду – допуску и т.п.

Для женщин и лиц моложе 18 лет сообщают особенности регулирования их труда, дополнительные права, ограничения, льготы, компенсации, списки запрещенных для них работ, ограничения переноски тяжестей и др.

Работников знакомят с обстоятельствами и причинами происшедших на предприятии несчастных случаев, а также с тем, что нужно было сделать, чтобы в каждой конкретной ситуации не допустить их. Для этого сообщают порядок действий при обнаружении на участке, в цехе обстоятельств, создающих угрозу жизни и здоровью работающих, а также порядок действий при несчаст-

ном случае с кем-то из работников, очевидцами которого данные лица оказались. Демонстрируются также приемы оказания первой доврачебной помощи пострадавшим.

Примерный (рекомендуемый) перечень вопросов вводного инструктажа приведен в ГОСТ 12.0.004 – 90.

Хотя нормативные документы и не требуют этого, но на предприятии желательно иметь не только программу вводного инструктажа, но и полный текст лекции вводного инструктажа, написанной хорошим специалистом по этой программе. Дело в том, что очень часто на предприятиях при проведении этого вида инструктажа дальше зачтения программы (если она вообще есть) не идут. А причина, как правило, одна – слабое знание охраны труда лицом, которому это поручено делать, особенно когда в организации нет инженера по охране труда. Весь инструктаж в таких случаях сводится к формальной росписи в журнале.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми работниками, принятыми на предприятие, переведенными из одного подразделения в другое; с работниками, выполняющими новую для них работу; командированными, со строителями, выполняющими строительно – монтажные работы на территории действующего предприятия; со студентами и учащимися, прибывшими на производственное обучение или практику, перед выполнением новых видов работ, а также перед изучением каждой новой темы при проведении практических занятий в учебных лабораториях, мастерских и т.п.

Данный инструктаж проводят на рабочем месте с практическим показом безопасных приемов труда.

Все рабочие после проведения инструктажа на рабочем месте должны в течение от 2 до 14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника, его опыта) пройти стажировку на рабочем месте под руководством лиц, назначенных приказом (распоряжением) по цеху, участку. К самостоятельной работе после стажировки их допускают после проверки теоретических знаний и приобретенных навыков безопасной работы; допуск регистрируют в журнале инструктажей на рабочем месте. От стажировки могут быть освобождены решением руководства участка или цеха лица, имеющие стаж работы по

специальности не менее трех лет, перешедшие из одного цеха в другой на однотипную работу.

Не проходят первичный и повторный инструктаж на рабочем месте лица, не связанные с обслуживанием, испытанием и ремонтом оборудования, использованием инструментов, хранением и применением сырья и материалов. Перечень таких профессий и должностей, освобожденных от данных инструктажей, утверждает руководитель предприятия. Это могут быть работники планово-экономического отдела, бухгалтерии, снабжения, сбыта, отдела кадров, канцелярии, сторожа и т.п. Однако заметим, что такие работники тоже пользуются электроприборами, компьютерами и т.д., поэтому вряд ли их стоит автоматически освобождать от прохождения инструктажа. t

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят с каждым работником индивидуально по программам, разработанным и утвержденным руководителями подразделений. Такая программа включает в себя следующие вопросы:

1. Общие сведения о характере работы, применяемом технологическом оборудовании, о возможных опасных и вредных производственных факторах, которые могут возникнуть на рабочем месте.

2. Требования безопасности к используемому оборудованию, машинам, механизмам, инструментам, сырью, места установки ограждений, блокировок, заземлений, занулений, тормозных устройств и т.п.

3. Применяемая спецодежда, спецобувь, другие СИЗ, в том числе, если это необходимо – респираторы, защитные очки, диэлектрические перчатки, коврики и т.п., правила пользования ими.

4. Требования безопасности, которые необходимо выполнить до начала производства работ: проверка исправности техники, оборудования, инструментов, наличие и исправность всех полагающихся по конструкции ограждений, блокировок, сигнализаций и т.п.; проверка исправности и работы вентиляции, освещения, отопления; опробование работы оборудования, на холостом ходу, устранение выявленных недостатков.

5. Порядок безопасного выполнения всех операций технологического процесса с демонстрацией наиболее важных из них. Порядок пользования ин-

струментами, приспособлениями, грузоподъемными машинами и механизмами.

6. Перечень всех возможных аварийных ситуаций в процессе работы, порядок действий при каждой из них.

7. Обстоятельства и характерные причины несчастных случаев, происшедших на данных рабочих местах или в данном цеху, участке.

8. Порядок применения имеющихся на участке средств пожаротушения, места их нахождения;

9. Порядок безопасного окончания работ, уборки рабочего места, передачи оборудования, машин сменщику (если это требуется), порядок постановки и хранения тракторов, автомобилей вне рабочего времени и др.

Рекомендуемый перечень вопросов этого инструктажа приведен в ГОСТ 12.0.004 – 90.

По окончании первичного инструктажа на рабочем месте работнику выдают под роспись инструкцию по охране труда для данной профессии или вида работ.

Повторный инструктаж проходят все работники (за исключением тех, кто освобожден от первичного инструктажа на рабочем месте) не реже одного раза в полугодие. Для производств с вредными, опасными или тяжелыми условиями труда в соответствии с правилами по охране труда для данной отрасли – не реже одного раза в три месяца. В сельском хозяйстве этот инструктаж проводят, как правило, перед началом весеннее – полевых и уборочных работ. Его проводят индивидуально или с группой работников, обслуживающих однотипное оборудование, машины, трактора по программе первичного инструктажа на рабочем месте в полном объеме.

Внеплановый инструктаж проводят при изменении технологического процесса, замене инструментов, сырья, грубых нарушениях работниками безопасности труда, а также при перерывах в работе более чем на 60 дней (30 дней – для работ с повышенными требованиями безопасности труда), а также по требованию органов надзора, при введении в действие новых или переработанных стандартов, правил, инструкций по охране труда.

Объем и содержание инструктажа определяют в зависимости от причин и обстоятельств его проведения

3.3 Обучение безопасности труда при подготовке рабочих, переподготовке и обучении вторым профессиям

Обучение безопасности труда при подготовке рабочих, переподготовке, получении второй профессии, повышении квалификации непосредственно на предприятиях организуют работники отдела подготовки кадров или технического обучения (инженер по обучению) с привлечением необходимых специалистов отделов и служб предприятия и других организаций.

Учебные программы по безопасности труда должны предусматривать теоретическое и производственное обучение.

Теоретическое обучение осуществляют в рамках специального учебного предмета "Охрана труда" или соответствующего раздела по спецтехнологии в объеме не менее 10 ч. Предмет "Охрана труда" следует преподавать при подготовке рабочих по профессиям, к которым предъявляют дополнительные (повышенные) требования безопасности труда, а также по профессиям и работам, связанным с обслуживанием объектов, подконтрольных органам государственного надзора в промышленности, строительстве, агропромышленном комплексе, на транспорте и других отраслях в объеме не менее 60 ч для ПТУ и не менее 20 ч – при подготовке на производстве.

Виды таких профессий и работ определяет Министерства РФ по согласованию с органами государственного надзора и технической инспекцией труда.

Вопросы безопасности труда должны быть включены в другие учебные дисциплины, связанные с технологией, конструкцией оборудования и т.д.

Производственное обучение безопасным методам и приемам труда проводят в учебных лабораториях, мастерских, участках, цехах, на полигонах, рабочих местах, специально создаваемых на предприятиях, в учебных заведениях под руководством преподавателя, мастера (инструктора) производственного обучения или высококвалифицированного рабочего. При отсутствии необходимой учебно – материальной базы в порядке исключения допускается проводить обучение на существующих рабочих местах предприятия.

Обучение безопасности труда следует проводить по учебным программам, составленным на основе типовых программ, разработанных в соответ-

ствии с типовым положением о непрерывном профессиональном и экономическом обучении кадров народного хозяйства и согласовывают с отраслевыми профсоюзными органами, а для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда, – и с соответствующими органами государственного надзора.

Обучение безопасности труда при подготовке рабочих по профессиям, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда, завершается экзаменом по безопасности труда. При подготовке рабочих других профессий вопросы охраны труда включают в экзаменационные билеты по спецтехнологии и в письменные работы на квалификационных экзаменах.

3.4 Специальное обучение и проверка знаний рабочих

В отдельных отраслях, связанных с работами, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда, проходят дополнительное специальное обучение безопасности труда с учетом этих требований.

Перечень работ и профессий, по которым проводят обучение, а также порядок, форму, периодичность и продолжительность обучения устанавливают с учетом отраслевой нормативно – технической документации руководители предприятий по согласованию с профсоюзным комитетом, исходя из характера профессии, вида работ, специфики производства и условий труда.

Обучение осуществляют по программам, разработанным с учетом отраслевых типовых программ и утвержденным руководителем (главным инженером) предприятия по согласованию с отделом (бюро, инженером) охраны труда и профсоюзным комитетом.

После обучения экзаменационная комиссия проводит проверку теоретических знаний и практических навыков.

Результаты проверки знаний оформляют протоколом (приложение 1) и фиксируют в личной карточке прохождения обучения, если она применяется (Приложение Б).

Рабочему, успешно прошедшему проверку знаний, выдают удостоверение

на право самостоятельной работы.

Рабочие, связанные с выполнением работ или обслуживанием объектов (установок, оборудования) повышенной опасности, а также объектов, подконтрольных органам государственного надзора, должны проходить периодическую проверку знаний по безопасности труда в сроки, установленные соответствующими правилами.

Перечень профессий рабочих, работа по которым требует прохождения проверки знаний, и состав экзаменационной комиссии утверждает руководитель (главный инженер) предприятия, учебного заведения по согласованию с профсоюзным комитетом.

Проведение проверки знаний рабочих по безопасности труда оформляют протоколом.

При получении рабочим неудовлетворительной оценки повторную проверку знаний назначают не позднее одного месяца. До повторной проверки он к самостоятельной работе не допускается.

Перед очередной проверкой знаний на предприятиях организуют занятия, лекции, семинары, консультации по вопросам охраны труда.

Все рабочие, имеющие перерыв в работе по данному виду работ, должности, профессии более трех лет, а при работе с повышенной опасностью - более одного года, должны пройти обучение по безопасности труда до начала самостоятельной работы.

3.5 Обучение и проверка знаний руководителей и специалистов

Руководители и специалисты народного хозяйства, вновь поступившие на предприятие (кооператив), должны пройти вводный инструктаж.

Вновь поступивший на работу руководитель и специалист, кроме вводного инструктажа, должен быть ознакомлен вышестоящим должностным лицом:

- ▶ с состоянием условий труда и производственной обстановкой на вверенном ему объекте, участке; У с состоянием средств защиты рабочих от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- ▶ с производственным травматизмом и профзаболеваемостью;

► с необходимыми мероприятиями по улучшению условий и охране труда, а также с руководящими материалами и должностными обязанностями по охране труда.

Не позднее одного месяца со дня вступления в должность они проходят проверку знаний. Результаты проверки оформляют протоколом.

Руководители и специалисты предприятий, учебных заведений, связанные с организацией и проведением работы непосредственно на производственных участках, а также осуществляющие контроль и технический надзор, подвергаются периодической проверке знаний по безопасности труда не реже одного раза в три года, если эти сроки не противоречат установленным специальными нормами требованиями.

Руководители предприятий, учебных заведений (директора, главные инженеры и заместители), главные специалисты, а также работники отдела (бюро, инженер) охраны труда проходят периодическую проверку знаний в порядке, установленном вышестоящей организацией.

Проверку знаний у руководителей и специалистов кооперативов, арендных коллективов, малых и других самостоятельных предприятий проводят в комиссиях, организуемых областными (городскими) комитетами отраслевых профсоюзов.

Перед очередной проверкой знаний руководителей и специалистов организуют семинары, лекции, беседы, консультации по вопросам охраны труда в соответствии с программами, разработанными на предприятии, в учебном заведении, и утвержденными его руководителем (главным инженером).

Для проверки знаний руководителей и специалистов приказом по предприятию, учебному заведению по согласованию с профсоюзным комитетом создают постоянно действующие экзаменационные комиссии.

В состав комиссий включают работников отделов (бюро, инженера) охраны труда, главных специалистов (механик, энергетик, технолог), представителей профсоюзного комитета. Для участия в работе комиссий в необходимых случаях приглашают представителей органов государственного надзора, технической инспекции труда.

Конкретный состав, порядок и форму работы экзаменационных комиссий определяют руководители предприятий, учебных заведений.

В работе комиссии принимают участие лица, прошедшие проверку знаний.

Результаты проверки знаний руководителей и специалистов оформляют протоколом (Приложение Б).

Работники, получившие неудовлетворительную оценку, в срок не более одного месяца должны повторно пройти проверку знаний в комиссии.

Внеочередную проверку знаний руководителей и специалистов проводят:

- ▶ при вводе в действие новых или переработанных нормативных документов по охране труда;

- ▶ при вводе в эксплуатацию нового оборудования или внедрении новых технологических процессов;

- ▶ при переводе работника на другое место работы или назначении его на другую должность, требующую дополнительных знаний по охране труда;

- ▶ по требованию органов государственного надзора, технической инспекции труда профсоюзов, вышестоящих хозяйственных органов.

3.6 Обучение безопасности труда при повышении квалификации

Повышение уровня знаний рабочих, руководителей и специалистов народного хозяйства по безопасности труда осуществляют при всех формах повышения их квалификации по специальности (профессии) на производстве, в институтах и факультетах повышения квалификации (ИПК и ФПК), предусмотренных Типовым положением о непрерывном профессиональном и экономическом обучении кадров народного хозяйства, утвержденным постановлением Министерствами РФ. В учебно-тематические планы и программы курсов повышения квалификации по специальности должны быть включены вопросы безопасности труда в объеме не менее 10% общего объема курса обучения.

Для руководителей и специалистов народного хозяйства организуют также специальные курсы по безопасности труда в ИПК и ФПК, краткосрочные курсы и семинары по безопасности труда на предприятиях.

Виды, периодичность, сроки и порядок обучения, а также форму кон-

троля знаний по безопасности труда в системе повышения квалификации рабочих, руководителей и специалистов народного хозяйства устанавливаются в соответствии с существующим порядком, определенным Типовым положением о непрерывном профессиональном и экономическом обучении кадров народного хозяйства.

3.7 Целевой инструктаж

1. Целевой инструктаж проводят при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, выгрузка, уборка территории, разовые работы вне предприятия, цеха и т.п.); ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф; производстве работ, на которые оформляется наряд – допуск, разрешение и другие документы; проведении экскурсии на предприятии, организации массовых мероприятий с учащимися (экскурсии, походы, спортивные соревнования и др.).

Инструктажи завершаются проверкой знаний устным опросом или с помощью технических средств обучения, а также проверкой приобретенных навыков безопасных способов работы. Знания проверяет работник, проводивший инструктаж.

Лица, показавшие неудовлетворительные знания, к самостоятельной работе или практическим занятиям не допускаются и обязаны вновь пройти инструктаж.

Целевой инструктаж с работниками, проводящими работы по наряду – допуску, разрешению и т.п., фиксируется в наряде – допуске или другой документации, разрешающей производство работ.

Контрольные вопросы

1. В соответствии с каким ГОСТ проводится обучение и инструктажи?
2. Какой руководитель (специалист) проводит вводный инструктаж по охране труда?
3. Какой руководитель (специалист) проводит инструктаж на рабочем месте?

4. Какой руководитель (специалист) проводит целевой инструктаж?
5. Когда проводится внеплановый инструктаж?
6. С какой периодичностью проводят обучение по охране труда руководителей и специалистов?
7. Какими документами оформляются результаты обучения и проверки знаний по охране труда?
8. Как оформляются инструктажи?
9. Кто может быть освобождён от инструктажа на рабочем месте?
10. Какой инструктаж оформляется в наряде-допуске?
11. В каких статьях Трудового кодекса идет речь об обучении охране труда?

Практическое занятие №4. Расчет опасных зон

Цель работы. Изучить методику расчета опасных зон. Рассчитать размеры опасных зон в соответствии с заданием, нарисовать в плане опасную зону.

Общие сведения

Опасной называют зону, в которой постоянно действуют или периодически возникают факторы, создающие угрозу для жизни и здоровья человека.

У машин такие зоны существуют вблизи движущихся или вращающихся деталей, вокруг открытых токоведущих частей и т. д. (рис. 5.1).

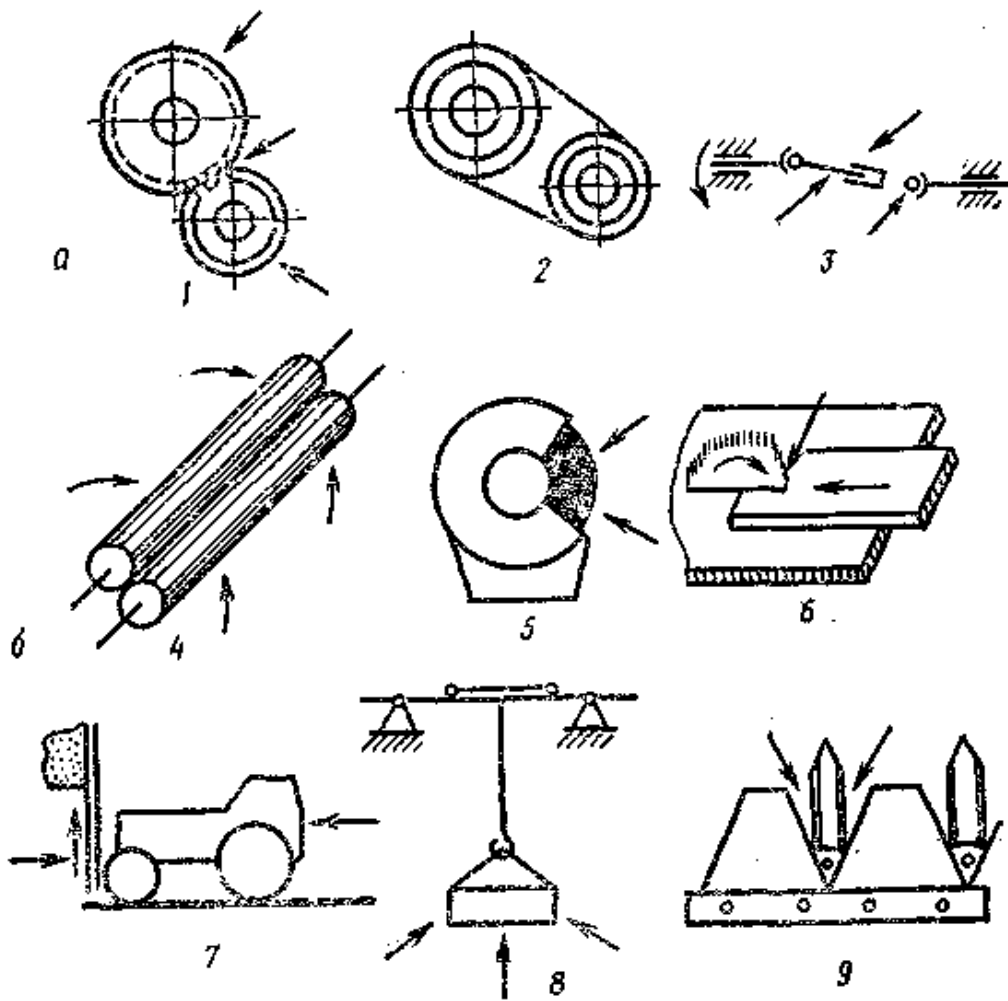


Рисунок 5.1 – Опасные зоны в:

1 – шестеренчатой передаче; 2 – ременной передаче (цепной);
3 – карданной передаче; 4 – вращающихся вальцах; 5 – наждачном станке;
6 – дисковой пиле; 7 – тракторе со стогометателем; 8 – грузоподъемном механизме; 9 – режущем аппарате; **a** – опасные зоны, постоянные в пространстве; **b** – опасные зоны, переменные в пространстве;

Различают постоянные и переменные опасные зоны.

Постоянные зоны – зоны, размещающиеся у подвижных частей оборудования при наличии определенной закономерности их перемещения во время работы. К таким зонам относят пространства между матрицей и пуансоном прессы, сходящимися венцами зубчатых колес, набегающей ветвью приводного ремня и шкивом и т. д.

Переменные зоны существуют вокруг источников опасности, которые с течением времени изменяют свое направление в соответствии с создавшимися условиями и режимами выполнения операций трудового процесса, а также свойствами материалов.

К переменным относят также зоны, возникающие в процессе погрузочно-разгрузочных работ при различных положениях стрелы, тележки или ходовой платформы крана, заточке инструментов на наждачном круге, эксплуатации мобильных сельскохозяйственных машин.

Границы постоянных опасных зон можно легко определить, так как они не меняются в процессе выполнения работ, а границы переменных зон не имеют четких очертаний в пространстве. Поэтому для создания безопасных условий труда очень важно найти максимальное расстояние, в пределах которого возможно воздействие на человека опасных производственных факторов эксплуатируемых машин и оборудования.

4.1 Расчет опасной зоны при работе на высоте

В процессе выполнения строительно-монтажных работ на высоте в местах работы грузоподъемных кранов образуются зоны, пребывание людей в которых становится опасным.

Так, при работах, выполняемых на высоте, опасной зоной считают участок, расположенный под рабочей площадкой, границы которого определяются горизонтальной проекцией площади S , увеличенной на безопасное расстояние, м (рис. 5.2).

$$L_{БЕЗ} = 0,3H$$

где H – высота, на которой производится работа, м.

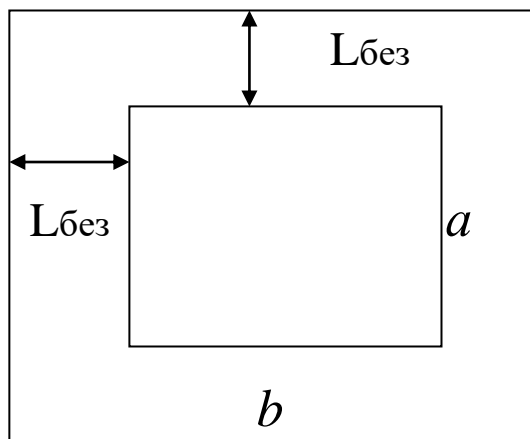


Рисунок 5.2 – Схема определения опасной зоны

Максимальное расстояние от строящегося объекта в пределах которого могут возникать опасности, м,

$$l = \frac{S_c}{9,81m} (20h + 0,235h_{II}^2) + 0,45V \sqrt{h_{II}} ,$$

где S_c – эффективная площадь поперечного сечения падающего предмета, m^2 (определяют как среднее арифметическое значение площадей наибольшего и наименьшего сечений);

9,81 – ускорение свободного падения, m/c^2 ;

m – масса падающего предмета, кг;

v – горизонтальная составляющая скорости падения предмета.

4.2 Расчет опасных зон при работе грузоподъемных машин

При работе грузоподъемной машины (ГПМ) (электротельфера, кран – балки) расстояние возможного отлета груза при обрыве одной из строп, м. (рис. 4.1).

$$L_{оп} = 2\sqrt{H[l_c(1 - \cos\varphi) + a]}$$

где H – высота подъема груза, м;

k – длина ветви стропа, м;

φ – угол между стропами и вертикалью, град;

a – расстояние от центра тяжести груза до его края, м.

Для расчета стреловых кранов дополнительно учитывают вылет стрелы.

Тогда

$$L_{оп} = l_B + 2\sqrt{H[l_c(1 - \cos\varphi) + a]}$$

где l_B – вылет стрелы крана, м.

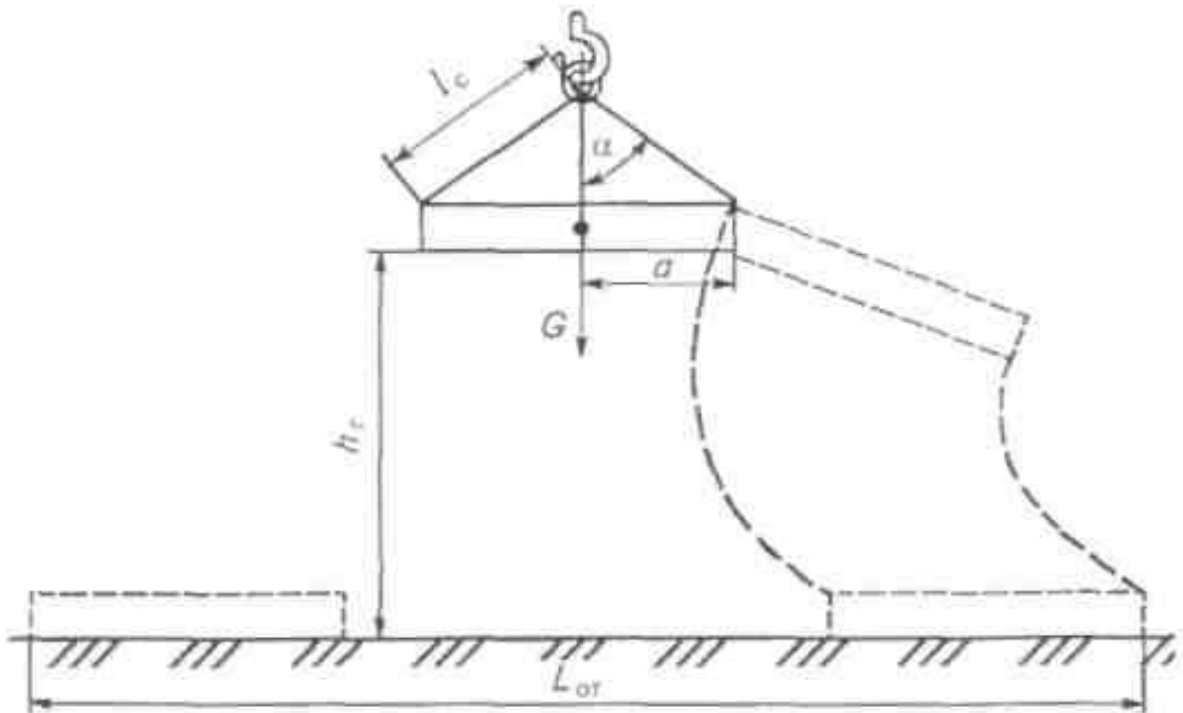


Рисунок 4.1 – Схема определения границ опасной зоны при обрыве стропа ГПМ

G – сила тяжести.

Варианты заданий для расчетов опасных зон приведены в таблицах 4.1, 4.2.

Таблица 4.1 – Варианты заданий для расчетов опасных зон (задание 1)

№ вар.	H, м	Габариты, м ²	l _с , м	Φ, град	l _в , м
1	4	3 x 4	4	30	3
2	6	3 x 5	5	45	4
3	8	3 x 6	6	60	5
4	10	3 x 7	7	30	6
5	12	3 x 8	8	45	7
6	14	4 x 4	9	60	8
7	16	4 x 5	10	30	3
8	18	4 x 6	4	45	4
9	20	4 x 7	5	60	5
10	4	4 x 8	6	30	6
11	6	5 x 4	7	45	7
12	8	5 x 5	8	60	8
13	10	5 x 6	9	30	3
14	12	5 x 7	10	45	4
15	14	5 x 8	4	60	5
16	16	6 x 4	5	30	6
17	18	6 x 5	6	45	7
18	20	6 x 6	7	60	8
19	2	6 x 7	8	30	3
20	4	6 x 8	9	45	4

Таблица 4.2 – Варианты заданий для расчетов опасных зон (задание 2)

№ вар.	H, м	Габариты, м ²	l _с , м	Φ, град	l _в , м
1	4	4 x 6	4	30	4
2	6	5 x 6	5	45	5
3	8	6 x 7	6	60	6
4	10	6 x 8	7	30	7
5	12	2 x 8	8	45	8
6	14	4 x 10	7	60	9
7	16	6 x 10	6	30	10
8	18	10 x 20	5	45	9
9	19	12 x 22	4	60	8
10	20	10 x 22	5	30	7
11	18	6 x 10	6	45	6
12	17	4 x 10	7	60	5
13	16	6 x 8	8	30	4
14	15	5 x 11	7	45	5
15	14	4 x 10	6	60	6
16	16	4 x 18	5	30	7
17	22	4 x 12	4	45	8
18	14	6 x 12	6	60	9
19	15	6 x 14	7	30	10
20	60	5 x 16	8	45	11

Практическое занятие №5. Расчет ограждений

Цель работы. Изучить методику расчета ограждений. Рассчитать ограждения в соответствии с заданием.

Общие сведения

Ограждения представляют собой физическую преграду между человеком и опасным или вредным производственным фактором.

В зависимости от назначения и условий работы ограждения изготавливают из различных материалов. Они могут одновременно выполнять роль паро-, газо- и пылеприемников, исключать воздействие тепловых и электромагнитных излучений на работающих, а в отдельных случаях снижать шум и т. д., такие ограждения называют *комбинированными*.

Ограждения с отверстиями должны удовлетворять следующим условиям:

$$\text{при } x > 60, d < 0,1 x;$$

$$\text{при } x < 60, d < 6$$

где x – расстояние от частей оборудования, представляющих опасность для работающих, до ограждения, мм;

d – диаметр отверстия, мм.

В ограждениях с отверстиями в виде многоугольников вписанные в них окружности должны удовлетворять тем же условиям, а любые диагонали многоугольников не должны превышать удвоенного диаметра окружности.

При выполнении некоторых работ используют автоматические ограждения. Они закрывают рабочую зону при работе на холостом ходу и во время обработки материала, открывая ее только на период загрузки заготовок и выгрузки готового изделия (рис. 5.1). Если применяют неавтоматизированное ограждение с ручной подачей материала, то момент силы, прикладываемый к заготовке для преодоления сопротивления подвижных частей ограждения, не должен превышать 30 Нм.

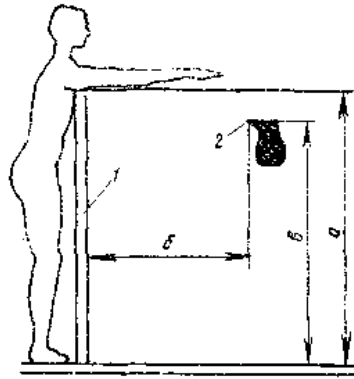


Рисунок 5.1 – Выбор высоты ограждений:

1 – ограждение; 2 – опасный элемент; а – высота защитного ограждения;
 б – расстояние от опасного элемента до ограждения; в – высота расположения
 опасного элемента

Ограждения должны иметь определенный запас прочности, гарантирующий безопасность рабочего и находящегося рядом обслуживающего персонала.

При расчете сплошных ограждений из металла по действующей ударной нагрузке определяют толщину стенки ограждения.

Ограждения помимо ограничительных функций должны гарантировать безопасность рабочего и обслуживающего персонала в случае отлета из рабочей зоны разрушенных частей инструмента, сорвавшихся заготовок, деталей, элементов крепления.

При расчете сплошных ограждений из металла по действующей ударной нагрузке определяют толщину стенки ограждения.

Параметры абразивного круга или вращающейся детали в случае их разрыва на две части представлены на рисунке 5.2.

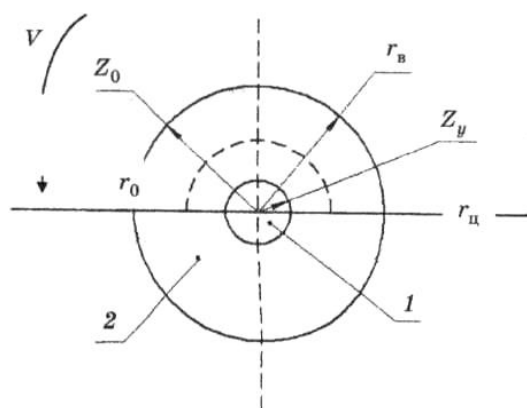


Рисунок 5.2 – Параметры абразивного круга расколовшегося на две равные части: 1 – ось, на которую падает абразивный круг; 2 – абразивный круг

Для абразивного круга или вращающейся детали в случае их разрыва на две части ударная нагрузка на ограждения, нагрузка в определяется по формуле:

$$P_m = \frac{m_K V^2}{2R_0}$$

где m_K – масса круга или детали, кг;

V – окружная скорость вращения, м/с;

R_0 – радиус центра тяжести половины абразивного круга или детали, м.

Радиус центра тяжести, м,

$$R_0 = \frac{4(R^3 - r^3)}{3\pi(R^2 - r^2)}$$

где R – радиус внешней окружности круга или детали, м;

r – радиус центрального отверстия круга или детали, м.

Ударная сила (центробежная), которой обладает деталь при освобождении зажимного устройства фрезерного станка, а также сила удара разорвавшегося ремня, цепи или части сломанного инструмента определяется по формуле

$$P = \frac{mV^2}{r_1}$$

где m – масса детали, части, кг;

V – скорость движения детали, части, м/с;

r_1 – радиус кривизны траектории отрыва детали, части, м.

Определяют толщину стенки ограждения по приведенным данным в таблице 5.1.

Сплошные ограждения, толщина стенок которых подсчитана указанным методом, могут быть заменены отдельными кружками или сеткой после соответствующего перерасчета конструкции ограждения в зависимости от характера нагрузки (растяжение, изгиб, срез).

Таблица 5.1 – Определение толщины стенки от величины ударной нагрузки

Ударная нагрузка, кН	Толщина стенки ограждения, мм	Ударная нагрузка, кН	Толщина стенки ограждения, мм
4,91	1	73,5	10
8,33	2	80,36	11
14,6	3	96,04	12
17,15	4	102,9	13
25,67	5	115,64	14
31,16	6	139,16	15
39,69	7	159,74	16
47,04	8	188,16	17
61,74	9	205,8	18

Для ограждения станков, расколов и элементов конструкций расчетное усилие, развиваемое животным, Н,

$$F = 40 M,$$

где M – масса животного, кг.

Высота ограждений в зависимости от расстояния между ограждением и опасным элементом установлена ГОСТ 12.2.062 – 81.

Таблица 5.2 – Высота ограждений в зависимости от расстояния между ограждением и опасным элементом

Высота расположения опасного элемента, мм	Высота ограждения в зависимости от расстояния между ним и опасным элементом							
	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000 и менее
	Расстояние от опасного элемента до ограждения, мм							
2600	100	100	100	100	100	100	100	100
2400	-	100	100	150	150	200	200	200
2200	-	250	350	400	500	500	600	600
2000	-	-	350	500	600	700	900	1100
1800				600	900	900	1000	1300
1600				500	900	900	1000	1300
1400				100	800	900	1000	1400
1200					500	900	1000	1400
1000						600	900	1300
800							500	1200
600							300	1200
400							200	1100

Практическое занятие №6. Расчет предохранительных муфт

Цель работы. Изучить методику расчета предохранительных муфт. Рассчитать параметры предохранительной муфты в соответствии с заданием.

Общие сведения

Муфты предназначены для продольного соединения вращающихся валов и передачи вращающего момента. При проектировании приводных установок необходимо строго соблюдать соосность соединяемых валов.

Если соединяемые валы хорошо сцентрированы и в процессе работы не ожидаются деформации, то можно применять **глухие муфты**.

Однако при монтаже и эксплуатации приводов сельскохозяйственных машин почти всегда наблюдаются большие или меньшие нарушения идеального сопряжения соединяемых валов: осевой разбег; радиальное смещение, или расцентровка; угловое смещение, или излом. Могут быть также комбинации перечисленных выше нарушений. Причины нарушений соосности валов – низкая точность изготовления и монтажа, а также недостаточная жесткость рамных конструкций сельскохозяйственных машин. Для устранения вредных последствий таких смещений выбирают компенсирующие муфты – жесткие или упругие.

Для защиты узлов привода от воздействия динамических нагрузок в кинематической схеме предусматривают муфты с упругими элементами.

При необходимости передачи вращающего момента между валами, оси которых имеют большой угол излома $\alpha = 15...25^\circ$, применяют карданные шарниры.

Для ограничения величины передаваемого момента служат предохранительные муфты.

Для передачи вращающего момента только в одном направлении используют обгонные муфты.

При необходимости частого включения и выключения привода при работающем двигателе применяют сцепные муфты.

В сложных условиях эксплуатации приводов эффективны комбинированные муфты.

При проектировании приводов транспортных и производственных машин редко возникает необходимость разрабатывать конструкции муфт того или иного типа, так как их конструкции и основные параметры определены нормами и стандартами. Задача в большинстве случаев сводится к подбору муфты и проверочному расчету ее основных элементов.

Отдельные виды муфт показаны на рисунке 6.1, 6.2.

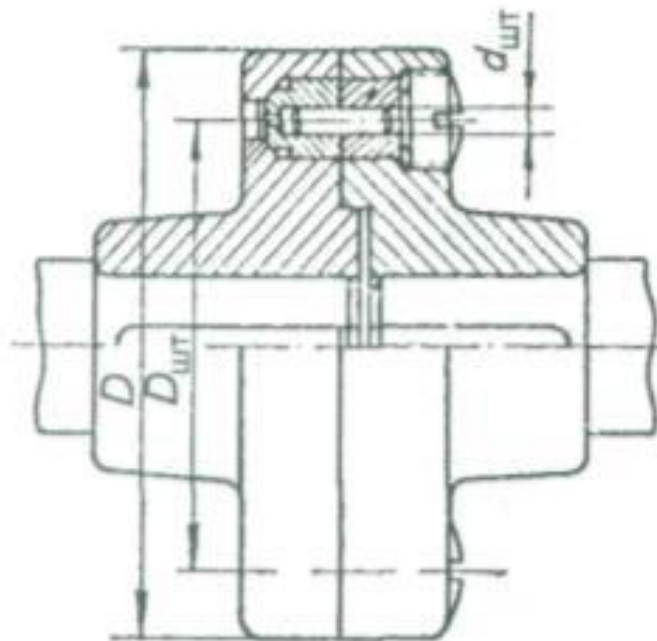


Рисунок 6.1 – Устройство предохранительной муфты со срезным штифтом

6.1 Расчет параметров муфты со срезанным штифтом

Выполняют эскиз муфты и обозначают размеры.

Рассчитывают диаметр штифта (штифт изготавливают обычно из стали 45 или 65Г), мм,

$$d_{шт} = \sqrt{\frac{4M_p}{\pi R \tau_{в.ср}}}$$

где M_p – расчетный момент, Нм;

R – расстояние между осью передающих валов и осью штифта, м;

$\tau_{ср}$ – предел прочности на срез, МПа; для стали 45 и 65Г в зависимости от вида термообработки:

- при статической нагрузке $\tau_{CP} = 145 \dots 185$ МПа;
- при пульсирующей нагрузке, изменяющейся от 0 до max и от max до 0, $\tau_{CP} = 105 \dots 125$ МПа;
- при симметричной знакопеременной нагрузке $\tau_{CP} = 80 \dots 95$ МПа, причем для расчетов рекомендуется принимать меньшие значения.

Обычно расчетный момент M_p принимают на 10 ... 20 % выше предельного допускаемого момента $M_{ПР}$:

$$M_p = (1,1 \dots 1,2)M_{ПР}.$$

6.2 Расчет параметров зубчато – фрикционной муфты

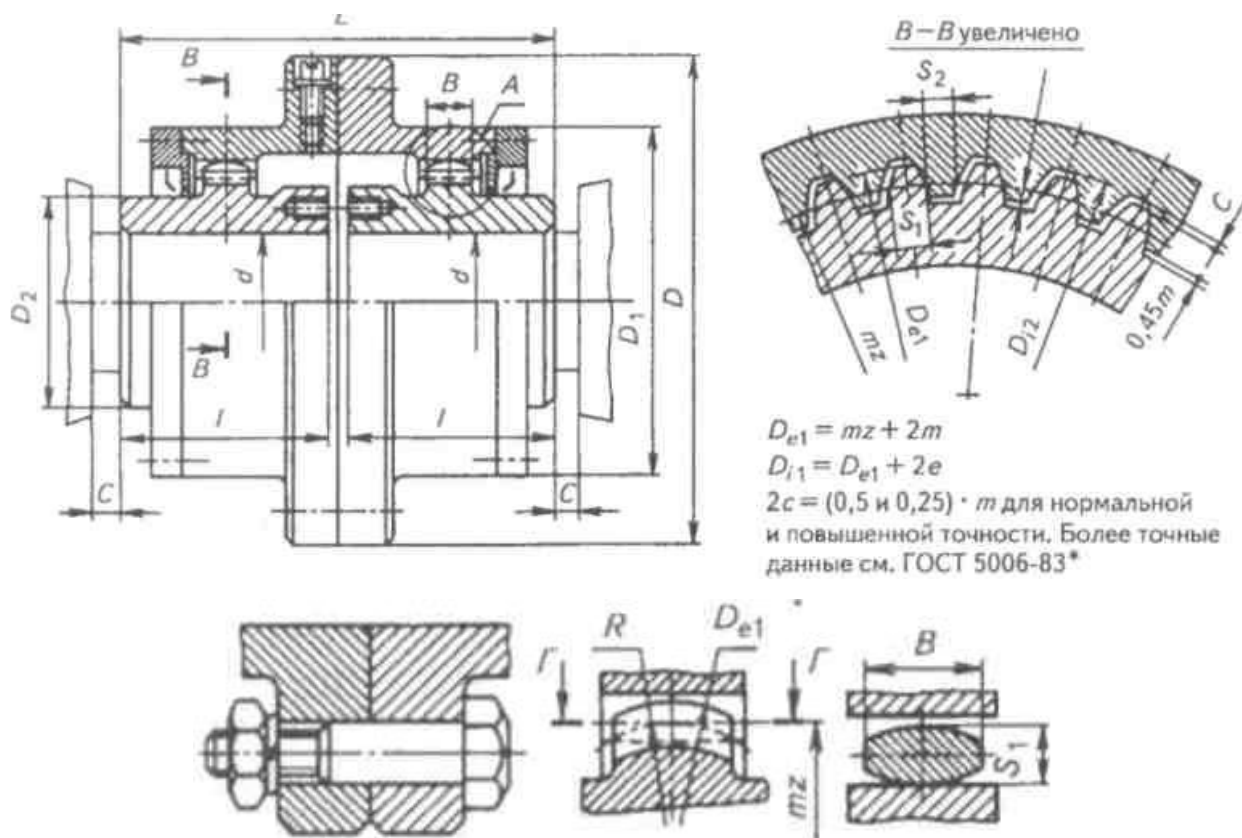


Рисунок 6.2 – Зубчатая муфта

Выполняют эскиз муфты и обозначают размеры. Рассчитывают условие выключения муфты при предельной нагрузке

$$\frac{M_p}{M_{ПРЕД}} \left[\operatorname{tg}(\alpha - \beta) - \frac{D_c}{d} f_1 \right] \geq \operatorname{tg} \alpha,$$

где M_p – расчетный вращающий момент, Нм;

$M_{\text{ПРЕД}}$ – предельно допускаемый вращающий момент, Нм;

α – угол наклона боковой поверхности кулачка, град (обычно $\alpha = 25 \dots 35^\circ$);

β – угол трения боковой поверхности кулачка, град. ($\beta = 3 \dots 5$);

D_C – диаметр окружности точек приложения окружного усилия к кулачкам, м;

d – диаметр вала, м;

f_1 – коэффициент трения в шпоночном соединении подвижной втулки

($f_1 = 0,1 \dots 0,15$).

Предохранительные муфты для цепных и ременных передач сельскохозяйственных машин с зубчато-фрикционными шайбами стандартизированы (ГОСТ 8741–68).

Параметры для расчетов муфт представлены в таблицах 6.3, 6.4, 6.5.

Таблица 6.3 – Данные для расчета предохранительной муфты штифтом

№ вар.	$M_{\text{пр}}$, Нм	R, мм	Марка стали	Виднагрузки
1	120	18	Ст 45	Статическая
2	132	19	65Г	Пульсирующая
3	144	20	Ст 45	Симметричная
4	156	21	65Г	Статическая
5	168	22	Ст 45	Пульсирующая
6	180	23	65Г	Симметричная
7	192	24	Ст 45	Статическая
8	204	25	65Г	Пульсирующая
9	216	26	Ст 45	Симметричная
10	228	24	65Г	Статическая
11	240	23	Ст 45	Пульсирующая
12	228	22	65Г	Симметричная
13	216	21	Ст 45	Статическая
14	204	19	65Г	Пульсирующая
15	192	18	Ст 45	Симметричная
16	180	19	65Г	Статическая
17	168	20	Ст 45	Пульсирующая
18	144	21	65Г	Симметричная
19	132	22	Ст 45	Статическая
20	120	23	65Г	Пульсирующая
21	132	24	Ст 45	Симметричная

Таблица 6.3 – Данные для расчета предохранительной зубчато-фрикционной муфты

№ вар.	Расчетный момент Нм	D_C , мм	Диаметр вала, мм
1	100	28	14
2	110	32	16
3	120	36	18
4	130	40	20
5	140	44	22
6	150	48	24
7	160	52	26
8	170	56	28
9	180	60	30
10	190	56	28
11	180	52	26
12	170	48	24
13	160	44	22
14	150	40	20
15	140	36	18
16	130	32	16
17	120	28	14
18	110	32	16
19	100	36	18
20	110	40	20
21	120	44	22

Практическое занятие №7. Расчет на прочность канатов и строп грузоподъемных машин

Цель работы. Изучить методику расчета на прочность канатов и строп грузоподъемных машин. Рассчитать прочность канатов и строп грузоподъемных машин в соответствии с заданием

Общие сведения

Все грузоподъемные машины в зависимости от вида перемещаемого груза оборудуют грузовым крюком, грейфером или электромагнитом. Применяют также траверсы, стропы, клещи, захваты и другие устройства, подвешиваемые к грузовым крюкам. Одноблочные и двухблочные крюковые подвески изготавливают вращающимися на шариковой закрытой опоре, причем гайка крепления грузового крюка в траверсе должна быть укреплена стопорной планкой для предотвращения ее свинчивания, а сам грузовой крюк обязательно снабжают предохранительным замком (рис. 7.1).

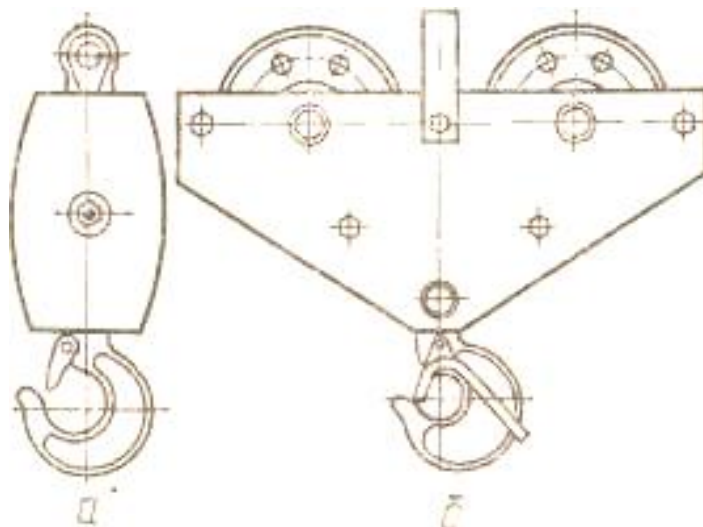


Рисунок 7.1. — Крюковые подвески:
а — одноблочная; б — двухблочная.

Применяемые в сельском строительстве грузозахватные приспособления и тару изготавливают централизованно по ТУ 36-2032 – 77 «Стропы грузовые. Технические условия» и по ГОСТ 21807 – 76. Поддоны для кирпича должны

соответствовать ГОСТ 18343 – 73, а устройства для пакетной перевозки кирпича – ГОСТ 23421 – 79.

Все съемные грузозахватные приспособления перед их применением проходят техническое освидетельствование, при котором их испытывают нагрузкой, превышающей их номинальную грузоподъемность. Съемные грузозахватные приспособления снабжают клеймом или биркой, на которой указывают их номер, грузоподъемность и дату испытания. На таре указывают ее назначение, номер, собственную массу и наибольшую массу груза, для транспортировки которого она предназначена.

В сельском строительстве в качестве съемных грузозахватных приспособлений наиболее часто применяют одно-двух- и четырехветвевые канатные стропы типа 1СК, 2СК и 4СК, а также универсальные – УСКЛ и УСК2. При условном обозначении стропов учитывают допускаемую нагрузку в кН, например: 1СК – 2,0; 2СК – 2,0; 4СК – 2,0. Двухветвевые стропы используют для подъема вертикальных элементов зданий (стеновые панели, перегородки, колонны, балки и др.), а четырехветвевые – плит ферм и т. д. Те и другие устроены одинаково и отличаются только числом ветвей. Универсальные стропы предназначены для строповки грузов обвязкой.

Все стропы рассчитывают по массе поднимаемого груза с учетом числа ветвей и угла наклона их к вертикали (рис. 7.2).

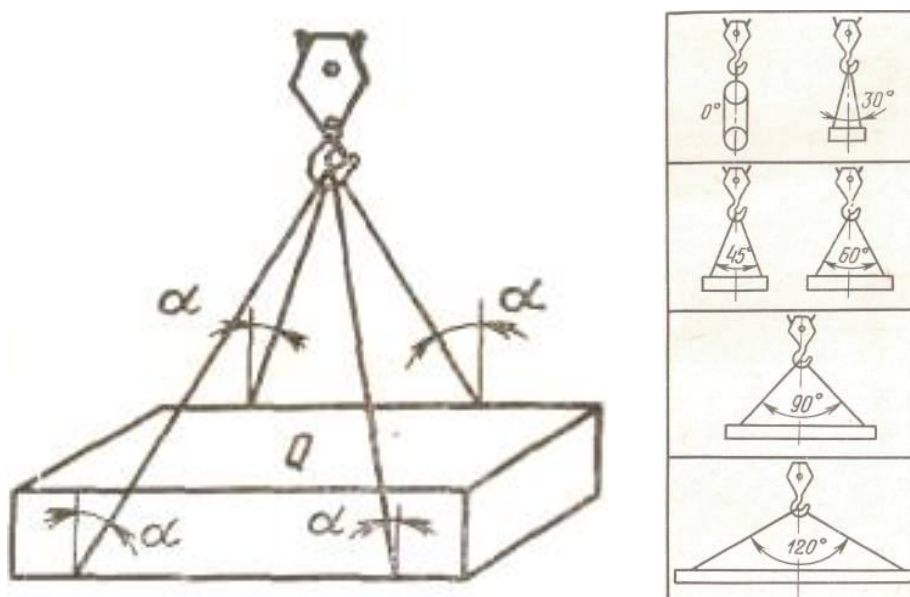


Рисунок 7.2 – Определение натяжения канатов и изменение грузоподъемности в зависимости от угла между ветвями стропов.

Угол между ветвями 0°.	Допускается нагрузка по клейму на стропе
Угол между ветвями 30°.	Нагрузку уменьшить на 5%
Угол между ветвями 45°.	Нагрузку уменьшить на 10%
Угол между ветвями 60°.	Нагрузку уменьшить на 15%
Угол между ветвями 90°.	Нагрузку уменьшить на 30%
Угол между ветвями 120°.	Нагрузку уменьшить на 50%

При массе Q (Н) натяжение в каждой ветви можно определить по формуле

$$s = \frac{1}{\cos \alpha} \times \frac{Q}{n} = m \frac{Q}{n}$$

При α равном 0; 30; 45 и 60° коэффициент n принимают соответственно 1; 1,15; 1,42 и 2,0; n – число ветвей.

Угол между ветвями стропов не должен превышать 90°. В связи с тем, что длину ветвей нельзя увеличивать беспрестанно, так как в перемещаемых конструкциях могут появиться опасные сжимающие усилия (даже при угле 90°), а некоторые конструкции необходимо поднимать в вертикальном положении, стропы следует заменять траверсами. Применяют различные конструкции траверс в зависимости от их назначения.

Стропы представляют собой стальные канаты односторонней или крестовой свивки из высокопрочной проволоки диаметром не более 3 мм (рис 7.3).

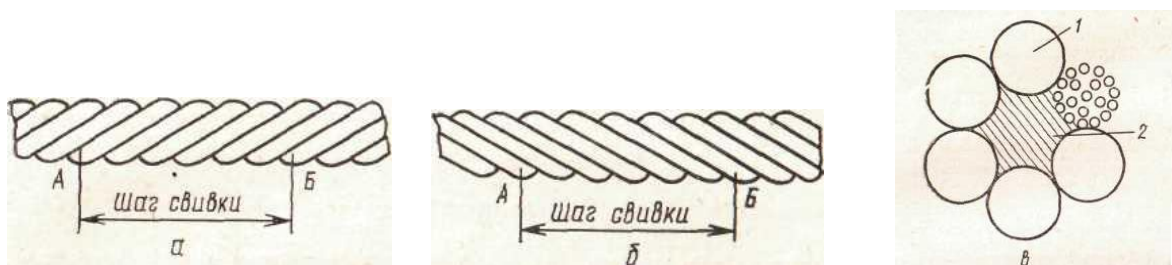


Рисунок 7.3 – Конструкции стальных канатов:

a – односторонней свивки; b – крестовой свивки; v – сечение каната;
1 – свивка (19 проволок); 2 – пеньковый сердечник.

Канаты односторонней свивки более гибки и долговечны, но подвержены раскручиванию. Поэтому для изготовления монтажных и такелажных приспособлений используют канаты крестовой свивки. Свивку отдельных проволок и прядей осуществляют вокруг органического сердечника. Отечественная про-

мышленность выпускает преимущественно канаты точечного касания, состоящие из шести прядей, свитых из отдельных проволок, например 19, и сердечника, который для гибкости каната в работе обычно изготавливают из пеньки.

Канаты необходимо периодически (один раз в 10 дней) осматривать и проводить их браковку в зависимости от числа обрывов проволок на одном шаге свивки, учитывая при этом наличие коррозии или поверхностного износа. Например, в канате (6x19 = 114) при коэффициенте прочности до 6 (крестовая свивка) допускается 12 обрывов проволок, от 6 до 7... 17 обрывов и т. д. Шаг свивки каната определяют следующим образом. На каком-либо участке (рис. 7.3) наносят метку (точка А), от которой вдоль центральной оси каната отсчитывают столько прядей, сколько их имеется в сечении (например, шесть в шестипрядном канате), и на следующей после счета пряди (в данном случае на седьмой) наносят вторую метку (точка Б). Расстояние между метками принимают за шаг свивки.

Если число обрывов на шаге свивки больше допустимого, канат бракуют, то есть изымают из эксплуатации. Для канатов, имеющих поверхностный износ и коррозию прядей, допустимое число обрывов в соответствии с нормами уменьшается. Стальной канат перед установкой на грузоподъемную машину проверяют расчетом на разрывное усилие.

Грузовые, стреловые, вантовые, несущие и тяговые стальные проволочные канаты перед установкой на грузоподъемную машину (ГПМ) следует проверить расчетом:

$$\frac{P_{PA3}}{S_{BK}} \geq K$$

где P_{PA3} – разрывное усилие каната, принимаемое по сертификату, а при проектировании - по данным ГОСТ 2668-69, ГОСТ 3062...3098-74 и ГОСТ 3241-69, Н;

S_{BK} – наибольшее натяжение ветви каната без учета динамических нагрузок, Н;

K – коэффициент запаса прочности – регламентируется типом привода

ГПМ (ручной, машинный) и режимом работы механизма.

Для кранов с ручным приводом $K = 4$, с машинным $K = 5 \dots 6$;

- для лифтов грузовых без проводника и малых $K = 8 \dots 13$;
- для лифтов грузовых с проводником и пассажирских $K = 9 \dots 25$;
- при подъеме и опускании грузов с помощью приводной лебедки $K = 4$;

при подвешивании груза через крюки, петли или серьги $K = 6$;

- при страховании грузов для подъема и опускания $K = 12$.

Если в сертификате или свидетельстве об испытании каната дано суммарное разрывное усилие, значение $P_{РАЗ}$ определяют умножением суммарного разрывного усилия на 0,83 или на коэффициент, определенный по ГОСТу на канат выбранной конструкции.

Длина ветви стропа из условия угла наклона к вертикали (угол не должен превышать 60°), м,

$$l_{\min} = 1,155a,$$

где a – максимальное расстояние между центром тяжести груза и местом закрепления стропа, м.

При известной массе груза Q натяжение, возникающее в каждой ветви стропа, Н (рис. 7.4),

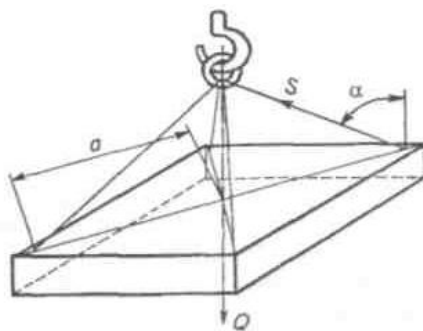


Рисунок 13 – Определение нагрузки, приходящейся на стропы

$$S_{BK} = \frac{Qg}{mK_H \cos \alpha},$$

где Q – масса груза, кг;

g – ускорение свободного падения; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

m – число ветвей стропа;

K_H – коэффициент неравномерности массы груза на ветви стропа;
при $m > 4$ $K_H = 0,75$, а при $m < 4$ $K_H = 1$;

α – угол наклона строп к вертикали, град.

Разрывное усилие в ветви стропа, Н,

$$P_{PA3} = S_{BK} K_H,$$

где S_{BK} – натяжение, возникающее в каждой ветви стропа, Н.

По известному значению разрывного усилия P_{PA3} , используя данные ГОСТа, подбирают канат, его тип и диаметр (табл.6).

Таблица 7.1 – Техническая характеристика стальных канатов

Диаметр каната, мм	Масса 100 м смазанного каната, кг	Разрывное усилие каната в целом, Н, при маркировочной группе проволок, МПа			
		1400	1600	1700	1800

Канат типа ТК6х19(1 + 6 + 12) +1 о. с. (ГОСТ 3070-88)

11	43,3	52550	60050	63850	65800
14,5	71,5	86700	99000	105000	108000
17,5	107	129000	147500	157000	161500
19,5	127,5	154500	176500	187500	193500
21	149,5	181000	207000	220000	227000
22,5	173,5	210000	240000	255000	263000
24	199	241000	275500	292500	302000
27	255,5	309500	354000	376000	387500
29	286	347000	396500	421500	434000
32	353	428000	489500	520000	536000
35	427	518000	592000	614500	648000

Канат типа ТК6х37(1+6+12+18)+1 о. с. (ГОСТ 3071-88)

9	27,35	-	36850	39150	41450
11,5	42,7	-	575500	61050	62550
13,5	61,35	-	82400	87700	89600
15	83,45	98400	112000	119000	122000
18	109	128000	146500	155500	159500

20	138	162000	185500	197000	202000
22,5	170,5	200000	229000	243500	249000
24,5	206	242500	277000	294500	301500
27	245,5	289000	330500	351000	360000
29	288	339000	387500	412000	422000
31,5	334	393500	449500	478000	489500
33,5	383,5	451500	516500	548500	561500
36,5	436	514000	587500	624000	639500
38	492	580000	662500	704000	721500
39,5	551,5	650000	743000	789500	808500

Канат типа ЛК6х19-114 (ГОСТ 3077-80)

11,5	487	-	67500	71750	73950
13	597,5	-	82850	88050	90750
15	852,5	139500	118000	125500	129500
17,5	1155	-	159500	169500	175000
19,5	1370	166600	189500	201500	208000
22	1745	211500	241500	256500	264500
25,5	2390	290000	331500	352000	363000
28	2880	349000	399000	424000	437000
32,5	3990	484000	553000	587500	605000

Канат типа ТЛК6х37-222 (ГОСТ 3079-80)

15,5	851,5	-	116000	123500	127000
17	1065	-	145000	154500	159000
49,5	1450	161000	184000	195500	201500
21,5	1670	199000	227500	242000	249500
25	2245	268000	306500	325500	335500
29	3015	360500	412000	437500	451000
30,5	3405	407000	465000	494000	509500
33	3905	466500	533000	566500	583500
35	4435	530000	605500	643500	663500
39	5395	645000	737000	783000	807500

Исходные данные расчетов прочности канатов и строп представлены в таблице

Таблица 7.2 – Исходные данные расчетов прочности канатов и строп

№ вар.	α , град.	n	Техническая характер.	Масса груза, кг	Размеры груза
1	30			2500	1,2 x 8
2	45			3000	1,5 x 8
3	60			3500	2 x 8
4	45			4000	1,8 x 8
5	30			4500	1,2 x 10
6	30			5000	1,2 x 10
7	45			2500	1,5 x 10
8	60			3000	2 x 10
9	45			3500	1,8 x 10
10	30			4000	1,2 x 8
11	30			4500	1,5 x 8
12	45			5000	2 x 8
13	60			2500	1,8 x 8
14	45			3000	1,2 x 12
15	30			3500	1,2 x 12
16	30			4000	1,5 x 11
17	45			4500	2 x 11
18	60			5000	1,8 x 11
19	45			4500	1,5 x 12
20	30			6000	2 x 12
21	60			65000	1,8 x 12

Практическое занятие №8. Расчет на прочность емкостей и сосудов, работающих под давлением

Цель работы. Изучить методику расчета на прочность емкостей и сосудов работающих под давлением. Рассчитать прочность емкость или сосуд работающие под давлением в соответствии с заданием.

Общие сведения

Сосуд – герметически закрытая емкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортирования газообразных, жидких и других веществ (рис. 8.1). Границей сосуда являются входные и выходные штуцера.

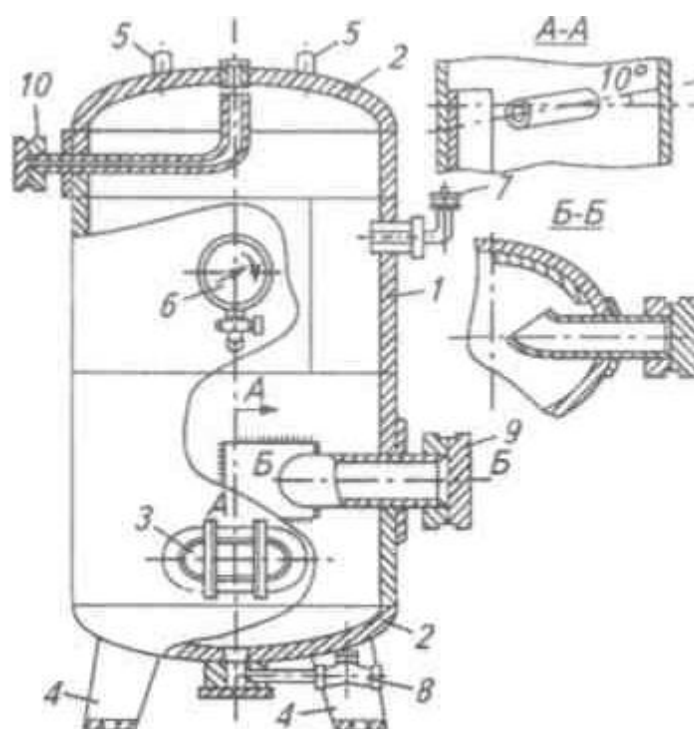


Рисунок 8.1 – Воздухосборник:

- 1 – корпус; 2 – днище; 3 – люк; 4 – опора; 5 – монтажные скобы;
- 6 – манометр; 7 – предохранительный клапан; 8 – вентиль;
- 9 – нижний патрубок; 10 – верхний патрубок.

Баллон – сосуд, имеющий одну или две горловины для установки вентиля, фланцев или штуцеров, предназначенный для транспортировки, хранения и

использования сжатых, сжиженных или растворенных под давлением газов.

Бочка – сосуд цилиндрической или другой формы, который можно перекатывать с одного места на другое и ставить на торцы без дополнительных опор, предназначенный для транспортирования и хранения жидких и других веществ.

Резервуар – стационарный сосуд, предназначенный для хранения газообразных, жидких и других веществ.

Цистерна – передвижной сосуд, постоянно установленный на раме железнодорожного вагона, на шасси автомобиля (прицепа) или других средствах передвижения, предназначенный для транспортирования и хранения газообразных, жидких и других веществ.

Штуцер – элемент, предназначенный для присоединения к сосуду трубопроводов, трубопроводной арматуры, контрольно-измерительных приборов и т. п.

Вместимость – объем внутренней полости сосуда, определяемый по указанным на чертежах номинальным размерам.

Основные причины аварий сосудов, работающих под давлением:

а) значительное превышение давления из-за неисправности предохранительных клапанов, нарушение технологического процесса или воспламенение паров масла в воздухоборниках, отсутствие (неисправность) редуцирующих устройств;

б) неисправность или отсутствие предохранительных устройств сосудов с быстросъемными крышками;

в) дефекты при изготовлении, монтаже и ремонте сосудов;

г) переполнение сосудов сжиженными газами;

д) износ стенок сосудов;

е) обслуживание сосудов необученным персоналом, нарушение технологической и трудовой дисциплины;

ж) нарушение требований Правил из-за их незнания;

з) выдача должностными лицами указаний или распоряжений, принуждающих подчиненных им лиц нарушать Правила.

Для расчета номинальной толщины стенки барабана или прямой каме-

ры пользуются одной из следующих формул (*Единицы измерения величин p и σ_d в п 15 даны не в СИ, что учтено в формулах соответствующими коэффициентами*):

- для случая, когда номинальным является наружный диаметр,

$$S = \frac{pD_H}{200\varphi\sigma_d + p} + C,$$

- для случая, когда номинальным является внутренний диаметр,

$$S = \frac{pD_B}{200\varphi\sigma_d - p} + C,$$

где S – толщина стенки, мм,

p – расчетное давление внутри сосуда, кгс/см³;

D_H и D_B – номинальные наружный и внутренний диаметры барабана, камеры, трубы, мм,

φ – коэффициент прочности сварного шва (для углеродистой, низколегированной, марганцовистой, хромомолибденовой и аустенитной стали $\varphi = 1$:

- для хромомолибденованадиевой и высокохромистой стали $\varphi = 0,8$;
- для углеродистой и низколегированной марганцовистой стали в зависимости от способа сварки: при автоматической двусторонней сварке под флюсом, контактной сварке, односторонней ручной и автоматической сварке под флюсом, электрошлаковой сварке, ручной сварке в атмосфере углекислого газа и аргонодуговой сварке $\varphi = 0,85$, при всех других видах ручной электрической и газовой сварки $\varphi = 0,7$);

σ_d – нормальное допускаемое напряжение, кгс/мм (табл. 8.1, 8.2),

C – прибавка к расчетной толщине стенки, мм (принимается для барабанов и камер, свариваемых из листа или кованных с последующей механической обработкой:

- при толщине листа не более 200 мм $C = 1$;
- при толщине листа более 200 мм $C = 0$.

Если наибольший минусовый допуск по толщине листа превышает 3 % номинальной толщины, то в прибавке C должна быть учтена величина этого превышения).

Таблица 8.1 – Нормальные допускаемые напряжения σ_d кгс/мм

Расчетная температура стенки, °С	Марка стали							
	10	20, 20К	25	15ГС	12МХ	15ХМ	12Х1 МФ	15Х1 М1Ф
200	13	14,7	16,5	18,5	14,7	15,3	17,3	19,2
250	11,2	13,2	14,7	16,5	14,5	15,2	16,6	18,6
300	10	11,9	13,2	15,3	14,1	14,7	15,9	18
350	8,75	10,6	11,6	13,4	13,7	14,2	15,2	17,2
400	7,7	9,2	10	11,3	13,2	13,7	14,5	16,2
450	5,3	6,4	6,8	8,3	12,5	13,1	13,8	15,2
500	3	3,4	3,4	-	9,6	10,3	12,6	14
550	-	-	-	-	3,4	5	7,4	8,5
600	-	-	-	-	-	-	-	-
650	-	-	-	-	-	-	-	-
700	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 8.2 – Нормальные допускаемые напряжения σ_d кгс/мм

Расчетная температура стенки, °С	Марка стали							
	12Х2МФБ	12Х2МФСР	Х18Н10Т Х14Н14В2М	Х14Н12В2БР	1Х12В2МФ	Х18Н10Т	Х14Н18В2БР	
200	14	16,7	14,6	-	-	-	-	
250	12,9	16	12,5	-	-	-	-	
300	12,7	15,3	12	-	-	-	-	
350	12,3	14,7	11,6	-	-	-	-	
400	12	14	11,1	-	-	-	-	
450	11,7	13,3	10,7	-	-	-	-	
500	8	12,2	10,4	-	-	-	-	
550	5,1	7,4	10,1	11,5	-	-	-	
600	-	-	-	-	6,2	7,4	10,3	
650	-	-	-	-	2,6	4,8	8	
700	-	-	-	-	-	3	4,6	

***Чтобы получить значения σ_d в СИ, необходимо цифровые данные таблицы умножить на 9,8. Пример: для стали 10 при температуре стенки 300 °С имеем $\sigma_d = 10 \times 9,8 = 98$ МПа.**

Расчетные формулы пригодны при соблюдении следующих условий:

- для барабанов и камер, содержащих воду, пароводяную смесь или насыщенный пар,

$$\frac{S - C}{D_H} \leq 0,18 \quad \text{или} \quad \frac{S - C}{D_B} \leq 0,28$$

- для камер, содержащих перегретый пар,

$$\frac{S - C}{D_H} \leq 0,28 \quad \text{или} \quad \frac{S - C}{D_B} \leq 0,64$$

Практическое занятие №9. Расчет предохранительных устройств сосудов работающих под давлением

Цель работы. Изучить методику расчета предохранительных устройств сосудов работающих под давлением. Рассчитать предохранительное устройство сосудов работающих под давлением в соответствии с заданием.

Общие сведения

Во избежание превышения давления пара или газа используют предохранительные клапаны и мембраны. Предохранительные клапаны бывают по:

- виду – грузовыми (рычажными), пружинными и специальными;
- конструкции корпуса – открытые и закрытые;
- способу размещения – одинарные и двойные;
- высоте подъема – низкоподъемные и полноподъемные.

Рычажные клапаны (рис. 9.1, *a*) имеют относительно небольшую пропускную способность и при превышении давления сверх допустимого значения выбрасывают рабочий газ или пар в окружающую среду. Поэтому в сосудах, работающих под давлением токсичных или взрывоопасных веществ, обычно устанавливают пружинные клапаны закрытого типа (рис. 9.1, *б*), сбрасывающие вещество в специально, соединенный с аварийной емкостью трубопровод.

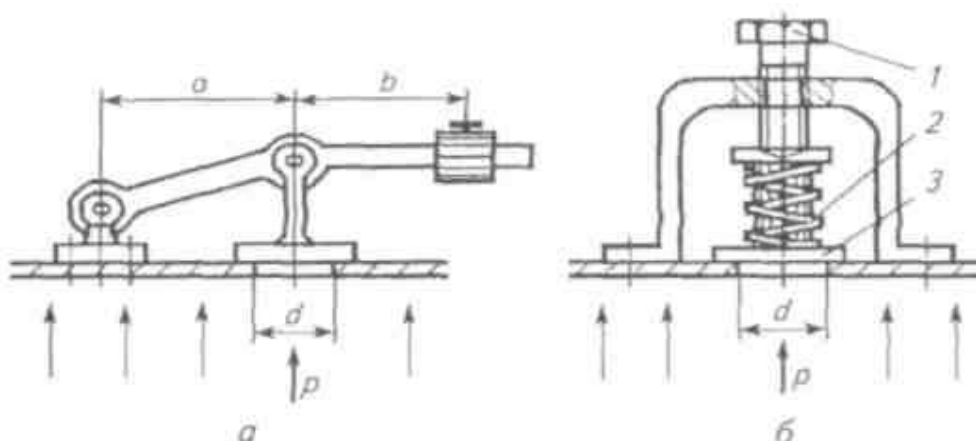


Рисунок 9.1 – Схемы предохранительных рычажных (*a*), пружинных (*б*) клапанов и мембран (*в* и *г*): 1 – натяжной винт; 2 – пружина; 3 – тарелка клапана
Регулируют рычажный клапан на предельно допустимое значение по манометру путем изменения массы груза m или расстояния b от оси клапана до

груза. Пружинный клапан регулируют с помощью натяжного винта /. изменяющего усилие прижатия тарелки клапана 3 пружиной 2. Основным недостатком предохранительных клапанов – их инерционность, т.е. обеспечение защитного действия только при постепенном нарастании давления в сосуде, на котором они установлены.

Для определения проходного сечения предохранительных клапанов используют теорию истечения газов из отверстия.

Для защиты сосудов и аппаратов от очень быстрого и даже мгновенного повышения давления применяют предохранительные мембраны (рис. 9.2. *а* и *б*), которые в зависимости от характера их разрушения при срабатывании делят на: разрывные, срезные, ломающиеся, хлопающие, отрывные и специальные.

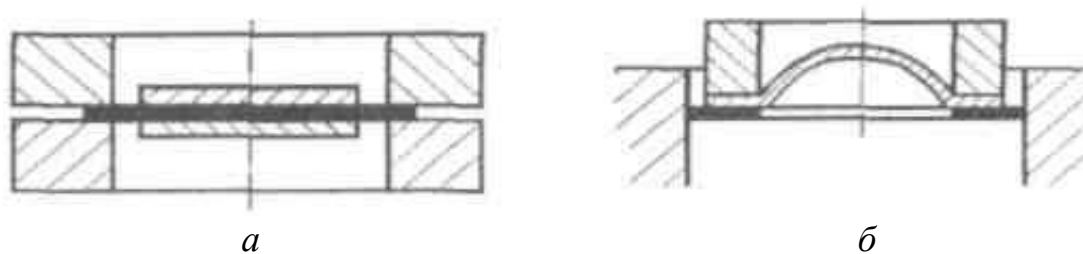


Рисунок 9.2 – Предохранительные мембраны

Наиболее распространены разрывные мембраны, разрушающиеся под действием давления, значение которого превышает предел прочности материала мембраны.

Мембранные предохранительные устройства изготовляют из различных материалов: чугуна, стекла, графита, алюминия, стали, бронзы и др. Тип и материал мембраны выбирают с учетом условий эксплуатации сосудов и аппаратов, на которые их устанавливают: давления, температуры, фазового состояния и агрессивности среды, скорости нарастания давления, времени сброса избыточного давления и др.

Для обеспечения работы мембраны необходимо определить толщину пластин мембраны в зависимости от значения разрушающего давления. Пропускная способность, кг/с. мембранных предохранительных устройств при повышении давления в защищаемом сосуде:

9.1 Расчет клапанов

Отношение высоты подъема клапана к внутреннему диаметру тарелки клапана

$$H = h / d ,$$

где H – высота подъема клапана, см;

d – внутренний диаметр тарелки клапана, см, ($2,5 < d < 12,5$).

При $H \leq 0,05$ клапан неполноподъемный, при $0,05 \leq H \leq 0,35$ клапан полноподъемный.

Число предохранительных клапанов рассчитывают по формуле

$$ndh = kQ_R / p$$

где n – число клапанов (на котлах паропроизводительностью, меньшей или равной 100 кг/ч, допускается установка одного предохранительного клапана, при паропроизводительности котла более 100 кг/ч он снабжается не менее чем двумя предохранительными клапанами);

k – коэффициент; для неполноподъемных клапанов $k = 0,0075$, для полноподъемных клапанов $k = 0,015$;

Q_K – производительность котла по пару при максимальной нагрузке, кг/ч;

p – абсолютное давление пара в котле, Па.

Пропускная способность предохранительных клапанов для газов и паров, кг/ч.

$$Q = 216pa\sqrt{\frac{M}{T}} ,$$

где p – давление под клапаном, Па (максимальное давление под клапаном должно быть не более 1,1 расчетного);

a – площадь сечения клапана, см ,

M – молярная масса газов или паров;

- для воздуха $M = 29$ кг/кмоль;

- для водяного пара $M = 18$ кг/кмоль;

T – абсолютное значение температуры пара или воды в котле, К.

Выпускное сечение предохранительных клапанов должно быть таким, чтобы выпускать весь избыточный пар или газ, вырабатываемый установкой в течение 1 ч, без заметного повышения предельного давления.

9.2 Расчет предохранительных мембран

Для обеспечения работы мембраны необходимо определить толщину пластин мембраны в зависимости от значения разрушающего давления. Пропускная способность, кг/с, мембранных предохранительных устройств при повышении давления в защищенном сосуде:

$$Q = 0,06S_{РАБ} p_{ПР} \sqrt{\frac{M}{T_{Г}}},$$

где $S_{РАБ}$ – рабочее (проходное) сечение, см²;

$p_{ПР}$ – абсолютное давление перед предохранительным устройством, Па;

$T_{Г}$ – абсолютная температура газов и паров, К.

Необходимая толщина рабочей части ломающейся мембраны, мм.

$$b = p_{Р} d_{ПЛ} k_{ОП} (4[\sigma_{СР}]),$$

где $p_{Р}$ – давление, при котором должна разрушаться пластина, Па;

$d_{ПЛ}$ – рабочий диаметр пластины, см;

$k_{ОП}$ – масштабный коэффициент определяемый опытным путем (при $d/b = 0,32$ $k = 10 \dots 15$);

$[\sigma_{СР}]$ – временное сопротивление срезу МПа.

Толщина мембран изготавливаемых из хрупких материалов,

$$b = 1,1r_{пл} \sqrt{\frac{P_P}{[\sigma_{из}]}}$$

где $r_{пл}$ – радиус пластины;

$[\sigma_{из}]$ – предел прочности материала пластины на изгиб, Па.

9.3 Расчет толщины теплоизоляции сосуда

Некоторые виды производственного оборудования – это источники теплоизлучений, например котлы, паропроводы, кормозапарники, пастеризаторы и т. п. Нагретые поверхности такого оборудования представляют опасность для обслуживающего персонала, так как могут вызвать термические ожоги. Для предотвращения травмирования работающих предусматривают теплоизоляцию поверхностей, имеющих высокую температуру.

При определении толщины изоляции наряду с температурными характеристиками учитывают форму изолируемой поверхности и ее размер.

Толщину изоляции, м, при заданной температуре на ее наружной поверхности определяют по следующим формулам:

- для изоляции плоских и цилиндрических поверхностей с диаметром 2 м и более, а также сосудов, у которых отношение наружного диаметра к внутреннему менее 2,

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из} (T_T - T_{II})}{\alpha_{НАР} (T_{II} - T_O)};$$

- для изоляции поверхности цилиндрических сосудов с диаметром основания менее 2 м.

$$\ln \frac{d_{из}}{d_H} = \frac{2\lambda_{из} (T_T - T_{II})}{\alpha_{НАР} d_H (T_{II} - T_O)};$$

$$\delta_{из} = \frac{d_H}{2} \left(\frac{d_{из}}{d_H} - 1 \right)$$

где $\lambda_{\text{из}}$ — коэффициент теплопроводности изоляции, Вт/(м·К), определяется в зависимости от вида изолирующего материала по средней температуре слоя $T_{\text{ср}} = 0,5 (T_{\text{т}} + T_{\text{п}})$:

Таблица 9.1 – Значения коэффициента теплопроводности изоляции, Вт/м·К

Асбозурит мастичный	$0,14 + 0,00015 T_{\text{ср}}$
Асботермит мастичный	$0,11 + 0,00009 T_{\text{ср}}$
Войлок: минеральный строительный	$0,064 + 0,00017 T_{\text{ср}}$ $0,038 + 0,00018 T_{\text{ср}}$
Минеральная вата в набивке под сетку по опорным кольцам из теплоизоляционного материала	$0,055 + 0,00017 T_{\text{ср}}$
Маты минераловатные	$0,51 + 0,00017 T_{\text{ср}}$
Ньювель мастичный	$0,076 + 0,00006 T_{\text{ср}}$
Пробка: минеральная натуральная	0,08 0,06
Савелит мастичный	$0,085 + 0,00009 T_{\text{ср}}$
Стекловата	$0,047 + 0,00031 T_{\text{ср}}$

$T_{\text{т}}$ – температура теплоносителя, К;

$T_{\text{п}}$ – температура наружной поверхности изоляции, К;

$\alpha_{\text{НАР}}$ – коэффициент теплоотдачи с поверхности к окружающей среде, Вт/(м²·К);

$\alpha_{\text{НАР}} = 8,4 + 0,06 (T_{\text{п}} - T_{\text{о}})$ для плоских поверхностей;

$\alpha_{\text{НАР}} = 8,4 + 0,45 (T_{\text{п}} - T_{\text{о}})$ для цилиндрических сосудов;

$T_{\text{о}}$ – температура окружающей среды (воздуха помещения), К;

$d_{\text{из}}$ – диаметр изолированной поверхности, м;

$d_{\text{н}}$ – диаметр неизолированной поверхности, м.

Исходные данные для расчетов предохранительных клапанов и предохранительных мембран представлены в таблицах 9.2, 9.3.

Таблица 9.2 – Исходные данные для расчетов предохранительных клапанов

№, вар	Q _к , кг/ч	Вид клапана	p, МПа	Теплоноситель	a, см	T, К
1	99	полноподъемный	140	воздух	10	373
2	100	неполноподъемный	150	пар	9	363
3	110	полноподъемный	160	воздух	8	353
4	100	неполноподъемный	170	пар	12	373
5	90	полноподъемный	140	воздух	10	363
6	95	неполноподъемный	150	пар	9	353
7	97	полноподъемный	160	воздух	8	373
8	100	неполноподъемный	170	пар	12	363
9	105	полноподъемный	140	воздух	10	353
10	101	неполноподъемный	150	пар	9	373
11	99	полноподъемный	160	воздух	8	363
12	100	неполноподъемный	170	пар	12	353
13	110	полноподъемный	140	воздух	10	373
14	100	неполноподъемный	150	пар	9	363
15	90	полноподъемный	160	воздух	8	353
16	95	неполноподъемный	170	пар	12	373
17	97	полноподъемный	140	воздух	10	363
18	100	неполноподъемный	150	пар	9	353
19	105	полноподъемный	160	воздух	8	373
20	101	неполноподъемный	170	пар	12	363
21	95	полноподъемный	140	воздух	10	353

Таблица 9.3 – Исходные данные для расчетов предохранительных мембран

№, вар	Марка стали	σ из, МПа	p _р , кгс/см ²	T _г , К	M, кг/моль	Q, кг/ч
1	Ст 10	330	220	400	пар	99
2	Ст 20	410	230	410	воздух	100
3	Ст 30	460	240	420	пар	110
4	СтЮ	330	220	410	воздух	100
5	Ст 20	410	230	400	пар	90
6	Ст 30	460	240	390	воздух	95
7	Ст 10	330	220	380	пар	97
8	Ст 20	410	230	400	воздух	100
9	Ст 30	460	240	410	пар	105
10	Ст 10	330	220	420	воздух	101
11	Ст 20	410	230	410	пар	99
12	Ст 30	460	240	400	воздух	100
13	Ст 10	330	220	390	пар	110
14	Ст 20	410	230	380	воздух	100
15	Ст 30	460	240	400	пар	90
16	СтЮ	330	220	410	воздух	95
17	Ст 20	410	230	420	пар	97
18	Ст 30	460	240	410	воздух	100
19	Ст 10	330	220	400	пар	105
20	Ст 20	410	230	390	воздух	101
21	Ст 30	460	240	380	пар	95

Практическое занятие №10. Расчет параметров безопасности движения автомобилей и тракторов

Цель работы. Изучить методику расчета параметров безопасности движения автомобилей, тракторов. Рассчитать параметров безопасности автомобиля или трактора в соответствии с заданием.

Общие сведения

Способность транспортного средства сохранять направление движения и противостоять действию внешних сил, стремящихся вызвать занос или опрокидывание, называется *устойчивостью*. Различают продольную и поперечную и устойчивость машин и агрегатов (рис. 10.1).

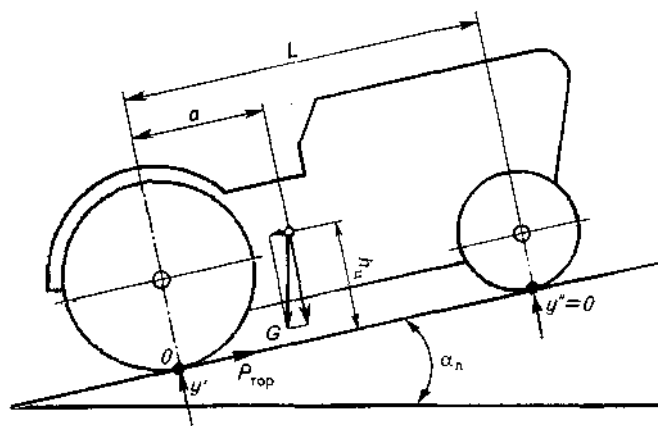


Рисунок 10 – Схема сил, действующих на колесный трактор, стоящий на предельном подъеме: y' и y'' – нормальная реакция дороги на колеса, расположенные в нижней и верхней частях уклона;
 G – сила тяжести трактора; $P_{\text{тор}}$ – тормозная сила.

10.1 Расчет параметров устойчивости

Критерием продольной устойчивости служат предельные значения углов подъема $\alpha_{\text{п}}$ и уклона $\alpha_{\text{у}}$.

Угол подъема, при котором возникает вероятность опрокидывания,

$$\text{tg } \alpha_{\text{п}} = a / h_{\text{Ц}}$$

где a – продольная координата центра масс машины, м;

$h_{\text{Ц}}$ – высота расположения центра масс машины над поверхностью дороги, м.

Пределный угол уклона колесных машин

$$\operatorname{tg} \alpha_y = (L - a) / h_{\text{Ц}},$$

где L – продольная база машины, м.

Для гусеничных тракторов:

при подъеме $\operatorname{tg} \alpha_{\text{П}} = (0,5L + a) / h_{\text{Ц}};$

при уклоне $\operatorname{tg} \alpha_y = (0,5L - a) / h_{\text{Ц}}.$

Для тракторов с балансирной подвеской величина L рассматривается как продольная база балансирных кареток.

Пределные углы подъема для колесных тракторов 35 ... 40°, а уклона около 60°. Примерно в этих же пределах находятся рассматриваемые углы для грузовых автомобилей, работающих с установленной для них номинальной грузоподъемностью при равномерном распределении груза по платформе; без груза $\alpha_{\text{П}} = \alpha_y = 60^\circ$. Для гусеничных тракторов с полужесткой подвеской эти углы равны 35 ... 40°, а с балансирной подвеской – несколько меньше. Для самоходных шасси общего назначения без навесных машин $\alpha_{\text{П}} = 20 \dots 25^\circ$, $\alpha_y > 60^\circ$. Центр масс легковых автомобилей находится приблизительно посередине продольной базы, поэтому у них значения предельных углов подъема и уклона почти одинаковы, в большинстве случаев они не меньше 60°. Для транспортных агрегатов наиболее опасно поперечное опрокидывание. Поперечная устойчивость определяется статическим углом β_0 уклона, при котором машина стоит, не опрокидываясь и не сползая. Его предельная величина

$$\operatorname{tg} \beta_0 = 0,5 B / h_{\text{Ц}},$$

где B – ширина колеи транспортного средства, м.

Для гусеничных тракторов к значению B прибавляют ширину гусеницы b

$$\operatorname{tg} \beta_0 = 0,5 (B + b) / h_{\text{Ц}}.$$

Для тракторов с четырьмя колесами β_0 находится в пределах 40 ... 50°.

Приблизительно такие же значения статического угла уклона характеризуют поперечную устойчивость гусеничных тракторов. Для тракторов трехколесного типа $\beta_0 = 30...35^\circ$, для грузовых автомобилей при полной нагрузке, равномерно распределенной по платформе, $\beta_0 = 35^\circ$. В легковых автомобилях $h_{Ц} \leq 0,5B$, поэтому для них $\beta_0 \geq 45^\circ$.

Статический угол поперечного уклона, при котором возможно сползание машины,

$$\operatorname{tg} \beta_{\text{с}} = \varphi$$

где φ – коэффициент сцепления с дорогой в боковом направлении; зависит от механических свойств дороги и конструкции движителя (табл. 10.1, 10.2).

Таблица 10.1 – Коэффициенты сопротивления качению f и коэффициенты сцепления φ тракторов с почвой

Тип пути	Тракторы на пневматических шинах		Гусеничные тракторы	
	f	φ	f	φ
Грунтовая сухая дорога	0,03...0,05	0,6...0,8	0,05...0,07	0,9...1,1
Целина, плотная залежь	0,05...0,07	0,7...0,9	0,06...0,07	1,0...1,2
Залежь 2-3 летняя, скошенный луг	0,06...0,08	0,6...0,8	0,06...0,07	0,9...1,1
Стерня	0,08...0,10	0,6...0,8	0,06...0,08	0,8...1,0
Вспаханное поле	0,12...0,18	0,5...0,7	0,08...0,10	0,6...0,8
Поле подготовленное под посев	0,16...0,18	0,4...0,6	0,9...0,12	0,6...0,7
Болотно-торфяная целина	-	-	0,11...0,14	0,4...0,6
Укатанная снежная дорога	0,03...0,04	0,3...0,4	0,06...0,07	0,5...0,7

Таблица 10.2 – Коэффициенты сопротивления качению f и коэффициенты сцепления φ шин автомобилей с почвой

Тип пути	f	φ
Асфальтированное шоссе	0,015...0,020	0,60...0,75
Гравийно-щебеночная дорога	0,020...0,030	0,50...0,65
Булыжная мостовая	0,025...0,035	0,40...0,50
Сухая грунтовая дорога	0,030...0,050	0,50...0,70
Грунтовая дорога после дождя	0,050...0,150	0,35...0,50
Песок	0,100...0,300	0,65...0,75
Укатанная снежная дорога	0,030...0,040	0,30...0,35

На боковую устойчивость влияют динамические явления, возникающие от неровностей дороги, которые интенсивней проявляются при увеличении скорости движения. Поэтому угол β_d , определяющий динамическую боковую устойчивость машин, всегда меньше статического угла поперечного уклона:

$$\beta_d = (0,4 \dots 0,6) \beta_0$$

10.2 Расчет критической скорости опрокидывания

Опрокидывание транспортного средства возможно не только при работе на склонах, но и на горизонтальном участке пути от действия центробежных сил на повороте. Значение критической скорости V_{KP} , м/с, при которой возможно опрокидывание при осуществлении поворота,

$$V_{KP} = \sqrt{\frac{gBR}{2h_{Ц}}}$$

где $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения;

R – радиус поворота, м.

10.3 Расчет тормозного пути

Степень опасности травмирования людей при эксплуатации транспортных средств во многом зависит от эффективности тормозных устройств. Полное время t аварийной остановки движущихся машины или агрегата можно разложить на отдельные элементы:

$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

где t_1 – время реакции водителя (с момента обнаружения препятствия до начала воздействия на рычаг или педаль управления тормозом) – зависит от индивидуальных особенностей водителя, его возраста, рабочего стажа и т. п. и находится в пределах $0,2 \dots 1,5$ с;

t_2 – время срабатывания тормозов – зависит от конструкции привода, принимается: для тормозов с гидравлическим приводом 0,2 с, с механическим – 0,3, с пневматическим – 0,6 ... 0,7 с, для автопоезда с гидроприводом 2 с;

t_3 – время от начала торможения до полной остановки транспортного средства – изменяется в пределах 0,2 ... 0,5 с.

Эффективность торможения мобильных машин оценивают по значению остановочного пути l_0 , который пройдет машина с момента обнаружения препятствия до момента ее остановки, м:

$$l = (t_1 + t_2 + t_3) \frac{V_0}{3,6} + \frac{k_{\text{э}} V_0^2}{254f},$$

где V_0 – начальная скорость при торможении, км/ч;

$k_{\text{э}}$ – коэффициент эксплуатационных условий торможения – учитывает нарушение регулировок тормозов, их загрязнение, принимается равным для легковых автомобилей 1,2, для грузовых – 1,4 ... 1,5;

f – коэффициент сцепления шин с почвой (см. табл. 15, 16).

В случае, когда трактор или автомобиль буксирует прицеп, не имеющий тормозов на колесах, остановочный путь увеличивается до значения $l_{\text{оп}}$, м:

$$l_{\text{оп}} = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_0}{3,6} + \frac{k_{\text{э}} V_0^2 (G_a + G_{\text{п}})}{254fG_a}$$

где G_a – масса автомобиля (трактора), кг;

$G_{\text{п}}$ – масса прицепа, кг.

Исходные данные для расчетов предохранительных клапанов и предохранительных мембран представлены в таблицах 10.3, 10.4.

Задача 1. Определить критическую скорость опрокидывания.

Задача 2. Определить минимальный радиус опрокидывания если скорость транспортного средства равна.

Задача 3. Определить полное и минимальное время торможения остановочный путь транспортного средства при условиях указанных в таблице 1.5

Таблица 10.3 – Исходные данные для решения задачи 1 и 2

Задача 1				Задача 2	
№, вар	B, м	H _ц , м	R, м	Вид транспорта, марка	V, км/ч
1	1,21	0,56	3	ЗАЗ – 968А	70
2	1,34	0,56	4	ВАЗ – 2103	90
3	1,23	0,57	5	М – 2140	100
4	1,44	0,55	6	ГАЗ – 24	110
5	1,81	1	7	ПАЗ – 672	75
6	1,98	0,63	8	ЛАЗ – 695	70
7	1,66	0,75	9	ГАЗ – 53	75
8	1,80	0,89	8	ЗИЛ – 130	80
9	1,92	1,05	7	МАЗ – 500	85
10	1,21	0,56	6	ЗАЗ – 968А	80
11	1,34	0,58	5	ВАЗ – 2103	95
12	1,23	0,60	6	М – 2140	105
13	1,44	0,62	7	ГАЗ – 24	120
14	1,81	1,10	8	ПАЗ – 672	80
15	1,98	0,83	9	ЛАЗ – 695	75
16	1,66	1,15	8	ГАЗ – 53	75
17	1,80	1,22	8	ЗИЛ – 130	85
18	1,92	1,45	7	МАЗ – 500	85
19	1,66	1,15	5	ГАЗ – 53	73
20	1,80	1,22	7	ЗИЛ – 130	81
21	1,92	1,45	8	МАЗ – 500	78

Таблица 10.4 – Исходные данные для решения задачи 3

№ вар	V км/ч	Вид транспорта	Вид дороги	Вид привода	G _а , кг	G _п , кг
1	70	ЗАЗ – 968А	Асфальт	Гидравличес	1182	
2	90	ВАЗ – 2103	Асфальт	Гидравличес	1300	
3	100	М – 2140	Асфальт	Гидравличес	1500	
4	110	ГАЗ – 24	Асфальт	Гидравличес	1840	
5	75	ПАЗ – 672	Асфальт	Пневматич.	4000	
6	70	ЛАЗ – 695	Асфальт	Пневматич.	5500	
7	75	ГАЗ – 53	Асфальт	Гидравличес.	3500	2000
8	80	ЗИЛ – 130	Асфальт	Пневматич.	12000	3500
9	85	МАЗ – 500	Асфальт	Пневматич.	10000	3500
10	80	МТЗ – 80	Стерня	Механическ.	3750	4000
11	65	Т – 150	Стерня	Механическ.	5750	7500
12	45	Т – 150К	Стерня	Пневматич.	9000	7000
13	20	Т – 40	Стерня	Механическ.	3100	3000
14	30	Т – 25 (шасси)	Стерня	Механическ.	2500	500
15	55	К – 700	Стерня	Пневматич.	15000	7500
16	55	К – 701	Стерня	Пневматич.	16000	8000
17	25	ДТ – 75	Стерня	Механическ.	8000	4000
18	85	ГАЗ – 53	Гравий	Гидравличес.	3500	1000
19	73	ЗИЛ – 130	Гравий	Пневматич.	12000	2000
20	81	МАЗ – 500	Гравий	Пневматич.	10000	3500
21	78	КАМАЗ	Гравий	Пневматич.	13000	4500

Вопросы тестовых заданий

Укажите номер правильного ответа:

1. На кого возлагается непосредственное руководство разработкой и проведением организационных и профилактических мероприятий по охране труда?

- 1) на руководителя предприятия;
- 2) на инженера по охране труда;
- 3) на председателя профкома;
- 4) на главного инженера.

2. Как может наказываться должностное лицо при нарушении правил по охране труда, если это могло повлечь несчастные случаи с людьми?

- 1) лишением свободы на срок до 1 года или исправительными работами на тот же срок, штрафом, освобождением от занимаемой должности;
- 2) замечанием или выговором;
- 3) лишением свободы на срок до 3 лет или исправительными работами на срок до 2 лет;
- 4) лишением свободы на срок до 5 лет.

3. Какое наказание несет должностное лицо за нарушение правил по охране труда, повлекшее причинение телесных повреждений и утрату трудоспособности?

- 1) замечание, выговор или штраф;
- 2) лишение свободы на срок до 1 года или исправительные работы на срок до 1 года;
- 3) лишение свободы на срок до 3 лет или исправительные работы на срок до 2 лет;
- 4) лишение свободы до 5 лет.

4. Какое наказание несет должностное лицо за нарушение правил по охране труда, повлекшее смерть человека, тяжкие телесные повреждения нескольким лицам?

- 1) штраф и освобождение от должности;
- 2) лишение свободы на срок до 1 года;
- 3) лишение свободы на срок до 3 лет;
- 4) лишение свободы на срок до 5 лет.

5. Подлежит ли расследованию несчастный случай, если о нем пострадавший не сообщил в течение рабочей смены? Если да, то в какой срок?

- 1) *не расследуется;*
- 2) *расследуется в любом случае;*
- 3) *расследуется в срок не более 1 месяца со дня подачи заявления;*
- 4) *расследуется в срок не более 10 дней со дня подачи заявления.*

6. В какие сроки наниматель обязан выдать пострадавшему акт по форме Н-1?

- 1) *в течение 3 суток после окончания расследования;*
- 2) *в течение 1 месяца после окончания расследования;*
- 3) *в течение 10 дней в любом случае;*
- 4) *вообще не обязан выдавать акт Н-1.*

7. В какой срок составляется акт специального расследования несчастного случая?

- 1) *в течение 3 суток;*
- 2) *в течение 1 недели;*
- 3) *в течение 10 суток;*
- 4) *в течение 1 месяца.*

8. В какой срок оформляется акт формы Н-1 по групповым несчастным случаям, случаям со смертельным исходом?

- 1) *в течение 3 суток;*
- 2) *в течение 10 суток;*
- 3) *в течение 1 суток после составления акта специального расследования;*
- 4) *в течение 1 месяца после составления акта специального расследования.*

9. Кто разрешает конфликт между пострадавшим и нанимателем в случае отказа последнего в составлении акта по форме Н-1 ?

- 1) *прокуратура;*
- 2) *профком;*
- 3) *департамент по инспекции труда или суд;*
- 4) *инженер по охране труда.*

10. Кому подается заявление о возмещении вреда, причиненного работнику повреждением его здоровья при выполнении им своих трудовых обязанностей?

- 1) *в профком;*
- 2) *нанимателю;*
- 3) *никому не подается, достаточно акта Н-1;*
- 4) *в отдел социальной защиты.*

11. В какой срок наниматель обязан рассмотреть заявление о возмещении вреда, причиненного работнику повреждением его здоровья на производстве?

- 1) *1 месяц;*
- 2) *1 неделя;*
- 3) *10 дней;*
- 4) *3 дня.*

12. В каких случаях наниматель должен перевести на более легкую работу работника?

- 1) *по заявлению работника;*
- 2) *согласно медицинскому заключению с согласия работника;*
- 3) *по своему усмотрению;*
- 4) *не обязан во всех случаях.*

13. Кто имеет право на возмещение вреда, причиненного работнику повреждением его здоровья, в случае смерти пострадавшего?

- 1) *все члены семьи пострадавшего;*
- 2) *нетрудоспособные лица, состоявшие на иждивении умершего или имевшие ко дню его смерти право на получение от него содержания;*
- 3) *родственники умершего пропорционально степени родства;*
- 4) *никто не имеет права на возмещение вреда.*

14. Сколько лет должен храниться акт формы Н-1 на предприятии, где несчастный случай взят на учет?

- 1) *15 лет;*
- 2) *25 лет;*
- 3) *35 лет;*
- 4) *45 лет.*

15. В течение какого времени вновь поступивший на работу специалист должен пройти проверку знаний по безопасности труда?

- 1) *не позднее 10 дней со дня поступления на работу;*
- 2) *не позднее 20 дней со дня поступления на работу;*
- 3) *не позднее 1 месяца со дня поступления на работу;*
- 4) *не должен проходить проверку знаний по безопасности труда.*

16. В течение какого срока специалист, получивший неудовлетворительную оценку при проверке знаний по безопасности труда, должен повторно пройти проверку знаний?

- 1) *не более 1 месяца;*
- 2) *не более 3 месяцев;*
- 3) *не более 2 недель;*
- 4) *не более 10 дней.*

17. Укажите продолжительность оказания первой помощи (непрерывных мер искусственного дыхания и массажа сердца) при отсутствии признаков оживления у пострадавшего.

- 1) *11-20 ч;*
- 2) *по указанию прибывшего врача;*
- 3) *1 ч;*
- 4) *3-4 ч.*

18. Какие достоверные признаки биологической необратимой (истинной) смерти?

- 1) *отсутствие дыхания и пульса, трупные пятна, окоченение, охлаждение тела до температуры окружающей среды;*
- 2) *остановка дыхания и пульса;*
- 3) *отсутствие пульса при редком судорожном дыхании;*
- 4) *отсутствие дыхания при наличии пульса.*

19. Назовите правильное соотношение "дыхание - массаж" при участии в реанимации двух человек.

- 1) *2:10 (после 2 вдуваний производится 10 надавливаний на грудину);*
- 2) *2:15;*
- 3) *1:5;*
- 4) *1:10.*

20. Какой процент пораженных электрическим током, находящихся в состоянии клинической смерти, оживает при своевременном и правильном оказании первой помощи?

- 1) 90 %;
- 2) 100 %;
- 3) 30 %;
- 4) 50 %.

21. В каких случаях вызывается врач при поражении электрическим током?

- 1) во всех случаях поражения электрическим током независимо от состояния пострадавшего;
- 2) при отсутствии дыхания;
- 3) при нарушениях в работе сердца;
- 4) при отсутствии дыхания и сердечной деятельности.

22. В каких случаях делается искусственное дыхание "изо рта в нос"?

- 1) при рвоте пострадавшего;
- 2) если объем грудной клетки пострадавшего значительно меньше, чем у лица, оказывающего помощь;
- 3) когда грудь пострадавшего не расправляется, челюсти плотно стиснуты и рот открыть не удается;
- 4) когда искусственное дыхание "изо рта в рот" не дает эффекта более 5 минут.

23. В каких случаях поражение электрическим током заканчивается смертельным исходом?

- 1) при напряжении сети более 380 В;
- 2) при времени контакта более 1 минуты;
- 3) при прохождении через тело человека тока 0.1 А и более;
- 4) при сопротивлении тела человека меньше 1000 Ом.

24. Какие имеются меры защиты от поражения электрическим током при пробое напряжения на корпус?

- 1) изоляция токоведущих частей;
- 2) повторное заземление нулевого провода;
- 3) зануление, защитное заземление, устройства защитного отключения;

4) диэлектрические перчатки и боты.

25. Какая защитная мера от поражения электрическим током является основной в трехфазной сети с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В?

- 1) зануление;
- 2) заземление;
- 3) защитное отключение;
- 4) электрозащитные средства.

26. От чего зависит эффективность работы заземляющего устройства?

- 1) от напряжения сети;
- 2) от количества защищаемых объектов;
- 3) от величины сопротивления заземляющих устройств;
- 4) от количества защищаемых объектов, величины сопротивления фаз относительно земли.

27. В каких случаях элемент заземлителя должен быть заменен?

- 1) если разрушено более 10% его сечения;
- 2) если разрушено более 25 % его сечения;
- 3) если разрушено более 50 % его сечения;
- 4) если разрушено более 75 % его сечения.

28. Какие меры защиты от поражения электрическим током применяют в электрифицированных животноводческих фермах?

- 1) защитное заземление;
- 2) защитное заземление совместно с занулением;
- 3) зануление совместно с устройством выравнивания электрических потенциалов и устройством защитного отключения;
- 4) зануление совместно с УЗО.

29. Какое должно быть сопротивление изоляции статоров электродвигателей, находящихся в эксплуатации?

- 1) не менее 0,5 МОм;
- 2) не менее 1 МОм;
- 3) не менее 1,5 МОм;
- 4) не менее 2 МОм.

30. Какое должно быть сопротивление изоляции статоров новых или капитально отремонтированных электродвигателей?

- 1) *не менее 0,5 МОм;*
- 2) *не менее 1 МОм;*
- 3) *не менее 1,5 МОм;*
- 4) *не менее 2 МОм.*

31. Периодическая проверка знаний электротехнического персонала, непосредственно обслуживающего действующие электроустановки, производится:

- 1) *1 раз в 3 года;*
- 2) *1 раз в год;*
- 3) *1 раз в квартал;*
- 4) *1 раз в 6 месяцев.*

32. Периодическая проверка знаний по технике безопасности для ИТР, непосредственно не обслуживающих действующие электроустановки, производится:

- 1) *1 раз в год;*
- 2) *1 раз в 2 года;*
- 3) *1 раз в 3 года;*
- 4) *1 раз в 6 месяцев.*

33. После проверки знаний каждый вновь поступивший на работу работник из оперативного и оперативно-ремонтного электротехнического персонала должен пройти на рабочем месте стажировку (дублирование) продолжительностью:

- 1) *не менее 1 месяца;*
- 2) *более 6 месяцев;*
- 3) *не менее 2 недель;*
- 4) *не менее 2 месяцев.*

34. На какой срок выдается наряд при производстве работ в электроустановках предприятия?

- 1) *не более 2 дней;*
- 2) *не более 3 дней;*
- 3) *не более 4 дней;*

4) не более 5 дней.

35. В каких случаях наряд-допуск заполняется в 3 экземплярах?

- 1) при выполнении работ без снятия напряжения в электроустановках выше 1000 В, а также при передаче наряда по телефону;
- 2) при выполнении работ без снятия напряжения в электроустановках до 1000 В;
- 3) при выполнении работ на воздушных линиях ЛЭП;
- 4) при выполнении работ в помещениях с повышенной опасностью.

36. Какую группу по электробезопасности должен иметь производитель работ в установках до 1000 В?

- 1) II;
- 2) не ниже III;
- 3) не ниже IV;
- 4) не ниже V.

37. Наряды, работы по которым полностью закончены, должны храниться в течение:

- 1) 30 суток;
- 2) 45 лет в архиве;
- 3) не менее 5 суток;
- 4) не менее 2 месяцев.

38. Кому разрешается проводить измерение мегаомметром на отключенном электродвигателе с напряжением до 1000 В?

- 1) одному работнику электротехнической службы с группой по электробезопасности не ниже III по устному распоряжению;
- 2) одному работнику электротехнической службы с группой по электробезопасности II;
- 3) двум работникам электротехнической службы с группой по электробезопасности II;
- 4) любому работнику электрослужбы.

39. Разрешается ли работать на грузоподъемных машинах непосредственно под проводами ВЛ, находящимися под любым напряжением?

- 1) разрешается по наряду-допуску;
- 2) разрешается с соблюдением особых мер безопасности;

- 3) разрешается при наличии двух человек;
- 4) запрещается.

40. При какой максимальной силе ветра можно производить работы автокраном?

- 1) не более 4 баллов;
- 2) не более 5 баллов;
- 3) не более 6 баллов;
- 4) не более 7 баллов.

41. Через какой промежуток времени предусматривается повторная проверка знаний у лиц, ответственных за безопасное производство работ краном?

- 1) через 1 год;
- 2) через 2 года;
- 3) через 3 года;
- 4) через 4 года.

42. Какую минимальную группу по электробезопасности должны иметь водители грузоподъемных машин и стропальщики?

- 1) водители – III, стропальщики – II;
- 2) водители – III, стропальщики – III;
- 3) водители – II, стропальщики – I;
- 4) водители – II, стропальщики – III.

43. В каких случаях требуется заземление грузоподъемных машин и механизмов?

- 1) при работе в охранной зоне ВЛ грузоподъемных машин на колесном и гусеничном ходу;
- 2) при работе там же грузоподъемных машин на гусеничном ходу;
- 3) при работе там же грузоподъемных машин на колесном ходу;
- 4) заземление не обязательно.

44. К какой категории по опасности поражения электрическим током относится работа в металлических емкостях согласно ПУЭ?

- 1) особо опасные;
- 2) с повышенной опасностью;
- 3) без повышенной опасности;
- 4) особо сырые.

45. К какой категории по опасности поражения электрическим током относится работа в помещениях с токопроводящими полами и нормальными метеорологическими условиями?

- 1) *особо опасные;*
- 2) *с повышенной опасностью;*
- 3) *без повышенной опасности;*
- 4) *с химически активной средой.*

46. Какого класса по ГОСТ 12.2.007-75 допускается применять ручные электрические машины вне помещений?

- 1) *0 класса;*
- 2) *I и II класса;*
- 3) *II и III класса;*
- 4) *IV класса.*

47. На какое напряжение допускается применение электроинструмента без индивидуальных средств защиты в условиях с повышенной опасностью?

- 1) *42 В;*
- 2) *127 В;*
- 3) *220 В;*
- 4) *380 В.*

48. В каких условиях по опасности поражения электрическим током допускается применение электрических машин только III класса (до 42 В) по ГОСТ 12.2.007-75?

- 1) *с повышенной опасностью;*
- 2) *без повышенной опасности;*
- 3) *особо опасные;*
- 4) *сырые.*

49. При проведении работ в помещениях с повышенной опасностью применяются переносные электрические светильники напряжением не выше:

- 1) *12 В;*
- 2) *42 В;*
- 3) *127 В;*

4) 220 В.

50. При каком напряжении допускается работа переносных светильников в помещениях с особой опасностью поражения электрическим током?

- 1) 12 В;
- 2) 42 В;
- 3) 220 В;
- 4) 380 В.

51. Кто должен проводить периодические испытания ручных электрических машин, инструмента и светильников?

- 1) электротехнический персонал с группой по электробезопасности не ниже II;
- 2) специально закрепленный персонал с группой по электробезопасности не ниже III;
- 3) только персонал специальных испытательных лабораторий;
- 4) лица, пользующиеся ручным электроинструментом.

52. На каком расстоянии от поверхности грунта или перекрытий работы считаются выполняемыми на высоте?

- 1) 1 м и более;
- 2) 3 м и более;
- 3) 4 м и более;
- 4) 5 м и более.

53. На каком расстоянии от поверхности грунта, перекрытия или рабочего настила, лесов работы считаются верхолазными, при которых основным средством предохранения от падения служит предохранительный пояс?

- 1) более 3 м;
- 2) более 4 м;
- 3) более 5 м;
- 4) более 6 м.

54. Сколько человек и с какой группой по электробезопасности должны обслуживать осветительные устройства на потолке помещений цехов?

- 1) 1 человек с группой по электробезопасности II;

- 2) *1 человек с группой III;*
- 3) *2 человека, один из которых имеет группу не ниже III;*
- 4) *2 человека, один из которых имеет группу не ниже II.*

55. На какой максимальной высоте на приставных лестницах можно работать с использованием электроинструмента и ручных электрических машин?

- 1) *на высоте свыше 5 м;*
- 2) *на высоте свыше 4 м;*
- 3) *на высоте свыше 3 м;*
- 4) *работать с электроинструментом на приставных лестницах запрещается.*

56. Проведение электромонтажных работ в колодцах, туннелях разрешается:

- 1) *по наряду-допуску не менее 2 лицам, одно из которых имеет квалификационную группу по электробезопасности не ниже III;*
- 2) *одному рабочему, имеющему IV группу по электробезопасности;*
- 3) *при наличии наряда-допуска на проведение данных работ, при выполнении противопожарных мер;*
- 4) *при наличии индивидуальных средств защиты, наряда-допуска.*

57. Кто организует работу по обеспечению безопасного проведения огневых работ на предприятии?

- 1) *ответственный за электрохозяйство;*
- 2) *лицо, назначенное приказом;*
- 3) *главный инженер предприятия;*
- 4) *инженер по охране труда.*

58. Какая административная ответственность предусматривается за невыполнение правил пожарной безопасности, предписаний и постановлений Госпожнадзора?

- 1) *замечание или выговор;*
- 2) *предупреждение или увольнение;*
- 3) *предупреждение или наложение штрафа до 30 минимальных заработных плат;*
- 4) *наложение штрафа до 10 минимальных заработных плат.*

59. У кого должен находиться наряд-допуск на проведение огневых работ в процессе их выполнения?

- 1) у исполнителя и инженера по охране труда;
- 2) у лица, ответственного за электрохозяйство;
- 3) у руководителя подразделения (участка, отделения и т. д.);
- 4) у исполнителя и руководителя подразделения.

60. В каком случае может не выдаваться наряд-допуск на проведение огневых работ?

- 1) при проведении работ в производственных помещениях категории Б;
- 2) при проведении работ в производственных помещениях категории В;
- 3) при проведении работ в производственных помещениях категории Г;
- 4) при проведении работ в производственных помещениях категории Д.

61. На каком расстоянии от резервуаров на нефтескладах предприятия можно вести электросварочные работы?

- 1) не ближе 30 м;
- 2) не ближе 50 м;
- 3) не ближе 70 м;
- 4) не ближе 100 м.

62. Допускается ли применять порошковые составы для тушения оборудования, находящегося под напряжением?

- 1) допускается;
- 2) запрещено при любых условиях;
- 3) запрещено, так как составы токсичны;
- 4) запрещено, так как возможно вредное воздействие порошков на материалы.

63. Разрешается ли применять химические пенные огнетушители для тушения оборудования, находящегося под напряжением?

- 1) разрешается в любом случае;
- 2) разрешается при соблюдении определенных мер безопасности;
- 3) запрещается;
- 4) запрещается в закрытых электроустановках.

64. Разрешается ли применять углекислотные огнетушители для тушения оборудования, находящегося под напряжением?

- 1) разрешается;
- 2) запрещается в любом случае;
- 3) запрещается в закрытых электроустановках;
- 4) разрешается при соблюдении определенных мер безопасности.

65. Назовите признаки клинической (мнимой) смерти.

- 1) отсутствие дыхания и пульса, трупные пятна, окоченение тела до температуры окружающей среды;
- 2) отсутствие дыхания при наличии пульса;
- 3) отсутствие пульса при редком судорожном дыхании;
- 4) остановка дыхания, пульса.

66. Вводный инструктаж по охране труда с работниками проводит:

- 1) руководитель предприятия;
- 2) инженер по охране труда;
- 3) руководитель работ?

67. Внеплановый инструктаж по охране труда проводит:

- 1) руководитель предприятия;
- 2) инженер по охране труда;
- 3) руководитель работ?

68. Целевой инструктаж проводит:

- 1) руководитель предприятия;
- 2) инженер по охране труда;
- 3) руководитель работ?

69. Первичный инструктаж на рабочем месте проводит:

- 1) руководитель предприятия;
- 2) инженер по охране труда;
- 3) руководитель работ?

70. Обучение по охране труда на предприятии, в организации обязан организовать:

- 1) руководитель предприятия;
- 2) инженер по охране труда;
- 3) руководитель работ?

71. Обучение руководителей и специалистов по охране труда должно проводиться:

- 1) *раз в год;*
- 2) *раз в 2 года;*
- 3) *раз в три года;*
- 4) *раз в пять лет?*

72. Обучение работников приемам оказания первой помощи пострадавшим должно проводиться:

- 1) *раз в год;*
- 2) *раз в 2 года;*
- 3) *раз в три года;*
- 4) *раз в пять лет?*

73. Повторный инструктаж по охране труда проводится с периодичностью:

- 1) *не реже 1 раза в год;*
- 2) *не реже 1 раза в 6 месяцев;*
- 3) *не реже 1 раза в месяц?*

74. Внеплановый инструктаж по охране труда проводится с периодичностью:

- 1) *не реже 1 раза в год;*
- 2) *не реже 1 раза в 6 месяцев;*
- 3) *по мере необходимости?*

75. О правилах внутреннего распорядка на предприятии необходимо рассказать:

- 1) *на вводном инструктаже;*
- 2) *на инструктаже первичном на рабочем месте;*
- 3) *на внеплановом инструктаже;*
- 4) *на повторном инструктаже;*
- 5) *на целевом инструктаже?*

76. Об особо опасных работах по наряду-допуску необходимо рассказать:

- 1) *на вводном инструктаже;*
- 2) *на инструктаже первичном на рабочем месте;*

- 3) *на внеплановом инструктаже;*
- 4) *на повторном инструктаже;*
- 5) *на целевом инструктаже?*

77. При смене оборудования на рабочем месте проводят:

- 1) *вводный инструктаж;*
- 2) *первичный на рабочем месте инструктаж;*
- 3) *внеплановый инструктаж;*
- 4) *повторный инструктаж;*
- 5) *целевой инструктаж?*

78. При выполнении разовых работ, не свойственных данной профессии, проводят:

- 1) *вводный инструктаж;*
- 2) *первичный на рабочем месте инструктаж;*
- 3) *внеплановый инструктаж;*
- 4) *повторный инструктаж;*
- 5) *целевой инструктаж?*

79. При перерыве в работе 60 дней проводят:

- 1) *вводный инструктаж;*
- 2) *первичный на рабочем месте инструктаж;*
- 3) *внеплановый инструктаж;*
- 4) *повторный инструктаж;*
- 5) *целевой инструктаж?*

80. После несчастного случая проводят:

- 1) *вводный инструктаж;*
- 2) *первичный на рабочем месте инструктаж;*
- 3) *внеплановый инструктаж;*
- 4) *повторный инструктаж;*
- 5) *целевой инструктаж?*

81. При замеченных нарушениях техники безопасности проводят:

- 1) *вводный инструктаж;*
- 2) *первичный на рабочем месте инструктаж;*
- 3) *внеплановый инструктаж;*
- 4) *повторный инструктаж;*

5) *целевой инструктаж?*

82. При поступлении работника на новое место работы в одном и том же хозяйстве (на предприятии) проводят:

- 1) *вводный инструктаж;*
- 2) *первичный на рабочем месте инструктаж;*
- 3) *внеплановый инструктаж;*
- 4) *повторный инструктаж;*
- 5) *целевой инструктаж?*

83. При проведении экскурсий проводят:

- 1) *вводный инструктаж;*
- 2) *первичный на рабочем месте инструктаж;*
- 3) *внеплановый инструктаж;*
- 4) *повторный инструктаж;*
- 5) *целевой инструктаж?*

84. По требованию органов Государственного надзора проводят:

- 1) *вводный инструктаж;*
- 2) *первичный на рабочем месте инструктаж;*
- 3) *внеплановый инструктаж;*
- 4) *повторный инструктаж;*
- 5) *целевой инструктаж?*

85. При изменении стандартов, правил, инструкций проводят:

- 1) *вводный инструктаж;*
- 2) *первичный на рабочем месте инструктаж;*
- 3) *внеплановый инструктаж;*
- 4) *повторный инструктаж;*
- 5) *целевой инструктаж?*

86. По первичному инструктажу на рабочем месте заполняется:

- 1) *журнал;*
- 2) *журнал и карточка Т-1;*
- 3) *карточка Т-1?*

87. По вводному инструктажу заполняется:

- 1) *журнал;*
- 2) *журнал и карточка Т-1;*

3) *карточка Т-1?*

88. По целевому инструктажу заполняется:

- 1) *журнал;*
- 2) *наряд-допуск;*
- 3) *карточка Т-1;*
- 4) *журнал и наряд-допуск?*

89. При регистрации указывается причина проведения инструктажа:

- 1) *вводного;*
- 2) *первичного на рабочем месте;*
- 3) *внепланового;*
- 4) *повторного;*
- 5) *целевого?*

90. Обучение по охране труда оформляется записью:

- 1) *в журнале;*
- 2) *в карточке Т-1;*
- 3) *в протоколе?*

91. Руководитель организации обучение по охране труда проходить:

- 1) *должен;*
- 2) *не должен;*
- 3) *должен, если в организации более 100 работников?*

92. Инженер по охране труда обучение по охране труда проходить:

- 1) *должен;*
- 2) *не должен?*

93. Опасные зоны машин и механизмов должны быть освещены в инструктаже:

- 1) *вводном;*
- 2) *на рабочем месте?*

94. Основные вопросы трудового законодательства освещаются в инструктаже:

- 1) *вводном;*
- 2) *на рабочем месте?*

95. В работе комиссии по проверке знаний требований охраны труда принимают участие:

- 1) *представители администрации и профкома;*
- 2) *лица, прошедшие проверку знаний по охране труда?*

96. Инструкция для работающих в организации разрабатывается на основе:

- 1) *трудового кодекса;*
- 2) *типовой отраслевой инструкции;*
- 3) *Федерального закона?*

97. Разработку инструкций для работающих обязан организовать:

- 1) *руководитель предприятия;*
- 2) *инженер по охране труда;*
- 3) *профком?*

98. При отсутствии типовых инструкций в основу инструкций для работающих должны быть положены:

- 1) *правила внутреннего трудового распорядка;*
- 2) *типовые правила по охране труда;*
- 3) *строительные нормы и правила;*
- 4) *санитарные нормы?*

99. С кем согласуется инструкция для работающих с отметкой согласования на титульном листе:

- 1) *инженером по охране труда;*
- 2) *главным инженером;*
- 3) *профкомом?*

100. Кто утверждает инструкции для работающих:

- 1) *работодатель;*
- 2) *профком;*
- 3) *инженер по охране труда;*
- 4) *госинспектор труда?*

101. Кто организует проверку и пересмотр инструкций для работающих:

- 1) *работодатель;*
- 2) *профком;*

- 3) инженер по охране труда;
- 4) госинспектор труда?

102. Как часто должны пересматриваться инструкции для работающих:

- 1) не реже 1 раза в год;
- 2) не реже 1 раза в 3 года;
- 3) не реже 1 раза в 5 лет?

103. Досрочный пересмотр инструкций проводят:

- 1) при изменении условий труда работников;
- 2) по требованию профкома;
- 3) по требованию инженера по охране труда;
- 4) по требованию инспекции труда?

104. Действующие в подразделении инструкции хранятся у:

- 1) работодателя;
- 2) инженера по охране труда;
- 3) руководителя подразделения?

105. В каких случаях инструкция не пересматривается:

- 1) при отсутствии травм и аварий;
- 2) если условия труда не изменились?

106. Можно ли выдавать инструкцию на руки работнику:

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) да, для изучения при первичном инструктаже на рабочем месте?

107. Досрочный пересмотр инструкций для работающих проводят:

- 1) при пересмотре типовой инструкции;
- 2) по требованию профкома;
- 3) по требованию инженера по охране труда;
- 4) по требованию инспекции труда?

108. В каких случаях допускается разработка временных инструкций для работающих:

- 1) при проведении временных, разовых работ;

- 2) *при реконструкции производства;*
- 3) *при проведении работ по наряду-допуску?*

109. Как кодируется типовая межотраслевая инструкция по охране труда:

- 1) *ТИРМ;*
- 2) *ИОТ;*
- 3) *ТИРО?*

110. С кем согласуется инструкция в конце текста:

- 1) *инженером по охране труда;*
- 2) *профкомом;*
- 3) *инспекцией труда?*

116. Как часто должны пересматриваться инструкции для работ с повышенной опасностью:

- 1) *не реже 1 раза в год;*
- 2) *не реже 1 раза в 3 года;*
- 3) *не реже 1 раза в 5 лет?*

117. Какие нормативные документы положены в основу инструкций для работающих:

- 1) *Трудовой кодекс;*
- 2) *Федеральный закон;*
- 3) *Типовая инструкция?*

118. Учитываются ли при разработке инструкции для работающих требования безопасности, изложенные в эксплуатационной и ремонтной документации организаций-изготовителей оборудования:

- 1) *учитываются;*
- 2) *не учитываются;*
- 3) *учитываются только требования типовой инструкции?*

119. Можно ли в инструкции для работающих приводить схемы, рисунки, эскизы:

- 1) *да, если они есть в типовой инструкции;*
- 2) *можно;*
- 3) *нельзя?*

120. Сколько обязательных разделов содержит инструкция:

- 1) *три;*
- 2) *четыре;*
- 3) *пять;*
- 4) *шесть?*

121. В каком разделе инструкции описываются действия, направленные на предотвращение аварийных ситуаций:

- 1) *общие требования безопасности;*
- 2) *требования безопасности до работы;*
- 3) *требования безопасности во время работы;*
- 4) *требования безопасности в аварийных ситуациях;*
- 5) *требования безопасности после работы?*

122. В каком разделе инструкции приводится характеристика опасных и вредных производственных факторов:

- 1) *общие требования безопасности;*
- 2) *требования безопасности до работы;*
- 3) *требования безопасности во время работы;*
- 3) *требования безопасности в аварийных ситуациях;*
- 4) *требования безопасности после работы?*

123. В каком разделе инструкции приводится перечень средств защиты, выдаваемых работнику:

- 1) *общие требования безопасности;*
- 2) *требования безопасности до работы;*
- 3) *требования безопасности во время работы;*
- 4) *требования безопасности в аварийных ситуациях;*
- 5) *требования безопасности после работы?*

124. В каком разделе инструкции описываются правила личной гигиены:

- 1) *общие требования безопасности;*
- 2) *требования безопасности до работы;*
- 3) *требования безопасности во время работы;*
- 4) *требования безопасности в аварийных ситуациях;*
- 5) *требования безопасности после работы?*

125. В каком разделе инструкции описаны приемы оказания первой

помощи пострадавшим:

- 1) *общие требования безопасности;*
- 2) *требования безопасности до работы;*
- 3) *требования безопасности во время работы;*
- 4) *требования безопасности в аварийных ситуациях;*
- 5) *требования безопасности после работы?*

126. В каком разделе инструкции приводятся требования по использованию средств защиты:

- 1) *общие требования безопасности;*
- 2) *требования безопасности до работы;*
- 3) *требования безопасности во время работы;*
- 4) *требования безопасности в аварийных ситуациях;*
- 5) *требования безопасности после работы?*

127. В каком разделе инструкции описан порядок уведомления администрации о травме и неисправности оборудования:

- 1) *общие требования безопасности;*
- 2) *требования безопасности до работы;*
- 3) *требования безопасности во время работы;*
- 4) *требования безопасности в аварийных ситуациях;*
- 5) *требования безопасности после работы?*

128. Кто обязан разрабатывать инструкции для работающих:

- 1) *работодатель;*
- 2) *инженер по охране труда;*
- 3) *профком?*

129. Кто производит учет и выдачу инструкций подразделениям после разработки:

- 1) *работодатель;*
- 2) *инженер по охране труда;*
- 3) *профком?*

130. Учитываются ли причины травматизма при разработке инструкций:

- 1) *учитываются;*
- 2) *учитываются только в типовых инструкциях;*
- 3) *нет?*

131. На какие работы с повышенной опасностью не требуется оформление наряда-допуска:

- 1) *производство работ самоходными кранами вблизи ЛЭП;*
- 2) *электросварочные работы на сварочном посту;*
- 3) *электросварочные работы вне постоянных рабочих мест работы в колодцах, отстойниках?*

132. В каких ситуациях наряд-допуск можно не оформлять:

- 1) *при предупреждении аварии;*
- 2) *при сверхурочных работах;*
- 3) *при работе в выходной день;*
- 4) *при работе в ночное время?*

133. Могут ли к наряду-допуску прилагаться эскизы защитных устройств и приспособлений:

- 1) *да;*
- 2) *нет;*
- 3) *да, только при работе в действующих электроустановках?*

134. К работам с повышенной опасностью привлекаются лица не моложе:

- 1) *16 лет;*
- 2) *18 лет;*
- 3) *21 года?*

135. Можно ли привлекать к работам с повышенной опасностью лиц, не прошедших медицинский осмотр:

- 1) *да;*
- 2) *нет;*
- 3) *да, если работы направлены на предотвращение аварии?*

136. В каких ситуациях наряд-допуск можно не оформлять:

- 1) *при ликвидации аварий;*
- 2) *при сверхурочных работах;*
- 3) *при работе в выходной день;*

137. Какой самый поздний срок выдачи пострадавшему акта о

несчастном случае Н-1:

- 1) сразу после окончания расследования;
- 2) не позднее 10 дней после расследования;
- 3) не позднее 3-х дней после окончания расследования;
- 4) не позднее суток после расследования?

138. Сколько экземпляров актов Н-1 заполняется при групповом несчастном случае:

- 1) по 4 экземпляра на каждого пострадавшего;
- 2) 4 экземпляра на всех;
- 3) 3 экземпляра на всех;
- 4) по 3 на каждого пострадавшего?

139. Кому направляются акты о несчастном случае Н-1:

- 1) пострадавшему, страховщику и инженеру по охране труда (ОТ);
- 2) руководителю предприятия, инженеру по ОТ, профкому;
- 3) пострадавшему, начальнику цеха, инженеру по ОТ, инспектору труда;
- 4) пострадавшему, инженеру по ОТ?

140. Сколько экземпляров актов Н-1 составляется при расследовании несчастного случая с работником сторонней организации:

- 1) два;
- 2) один;
- 3) три;
- 4) четыре?

141. Кто утверждает акт о несчастном случае:

- 1) руководитель предприятия;
- 2) главный специалист;
- 3) инженер по ОТ;
- 4) председатель профкома;
- 5) государственный инспектор труда?

142. В каких случаях оформляется 4 экземпляра акта Н-1:

- 1) если произошёл несчастный случай со смертельным исходом;
- 2) если произошёл групповой случай;
- 3) если произошёл случай с инвалидным исходом;
- 4) если произошёл случай с работником сторонней организации?

143. Сколько суток длится расследование смертельных несчастных случаев:

- 1) 10;
- 2) 7;
- 3) 3;
- 4) 15;
- 5) 1?

144. Участвует ли в расследовании руководитель участка (работ), где произошёл несчастный случай:"

- 1) *обязательно;*
- 2) *при необходимости;*
- 3) *нет;*
- 4) *по желанию?*

145. Кто несёт ответственность за организацию расследования:

- 1) *работодатель;*
- 2) *гл. инженер;*
- 3) *профком;*
- 4) *инженер по ОТ;*
- 5) *государственный инспектор труда?*

146. Сколько времени дается на расследование нетяжёлых несчастных случаев:

- 1) *15 суток;*
- 2) *24 часа;*
- 3) *2-е суток;*
- 4) *3-е суток?*

147. Какие травмы из перечисленных относятся к производственным:

- 1) *при движении на работу на общественном транспорте;*
- 2) *при использовании производственного оборудования в личных целях;*
- 3) *при движении на работу на транспорте предприятия?*

148. Как классифицировать травму, происшедшую при движении на работу на общественном транспорте:

- 1) *непроизводственная;*

- 2) *производственная;*
- 3) *бытовая?*

149. Сколько экземпляров актов Н-1 составляются при расследовании несчастного случая с застрахованным:

- 1) *два;*
- 2) *один;*
- 3) *три;*
- 4) *четыре?*

150. Кто утверждает акт о несчастном случае:

- 1) *руководитель;*
- 2) *гл. специалист;*
- 3) *инженер по ОТ;*
- 4) *председатель профкома?*

151. Какой самый поздний срок выдачи пострадавшему акта о несчастном случае:

- 1) *сразу после окончания расследования;*
- 2) *не позднее 10 дней после расследования;*
- 3) *не позднее 3 дней после окончания расследования;*
- 4) *не позднее суток после расследования?*

152. Сколько экземпляров актов Н-1 заполняется при групповом несчастном случае:

- 1) *три экземпляра на каждого пострадавшего;*
- 2) *три экземпляра на всех;*
- 3) *по 2 на каждого пострадавшего;*
- 4) *два на всех?*

153. В какой срок руководитель предприятия обязан сообщить по! инстанциям о групповом несчастном случае:

- 1) *в течение суток;*
- 2) *немедленно;*
- 3) *за два часа;*
- 4) *за 12 часов?*

154. Входит ли в состав комиссии по расследованию несчастных! случаев непосредственный руководитель работ:

- 1) *да, обязательно;*
- 2) *да, при необходимости;*
- 3) *да, по просьбе пострадавшего;*
- 4) *нет?*

155. Сколько времени даётся на расследование групповых нетяжёлых несчастных случаев:

- 1) *сутки;*
- 2) *3 суток;*
- 3) *10 суток;*
- 4) *не нормируется;*
- 5) *15 суток?*

156. Когда акт Н-1 оформляется в трёх экземплярах:

- 1) *по требованию органов Госнадзора;*
- 2) *по требованию прокуратуры;*
- 3) *при страховом случае;*
- 4) *если пострадавший из другой организации?*

157. Выдается ли экземпляр акта Н-1 пострадавшему:

- 1) *нет;*
- 2) *выдается копия акта;*
- 3) *да;*
- 4) *по просьбе пострадавшего;*
- 5) *по требованию страховщика?*

158. Кто является председателем комиссии по расследованию смертельных групповых несчастных случаев, если погибло 2-4 человека:

- 1) *руководитель предприятия;*
- 2) *главный инженер предприятия;*
- 3) *руководитель вышестоящей организации;*
- 4) *начальник участка;*
- 5) *государственный инспектор по ОТ?*

159. Как классифицировать несчастный случай, происшедший при выполнении общественных поручений:

- 1) *связанный с производством;*
- 2) *непроизводственный;*
- 3) *бытовой?*

160. Кто расследует простые несчастные случаи:

- 1) *представители работодателя и профоргана;*
- 2) *инженер по ОТ;*
- 3) *главный инженер и инженер по ОТ;*
- 4) *начальник участка, общественный уполномоченный по ОТ?*

161. Какая документация ведётся по несчастным случаям:

- 1) *журнал регистрации несчастных случаев, акт Н-1;*
- 2) *отчет о пострадавших, акт Н-1;*
- 3) *журнал регистрации несчастных случаев, акт Н-1, отчёт о пострадавших;*
- 4) *журнал регистрации несчастных случаев, отчёт о пострадавших?*

162. Как классифицировать несчастный случай при следовании на работу пешком:

- 1) *не связанный с производством;*
- 2) *бытовой;*
- 3) *непроизводственный;*
- 4) *связанный с производством?*

163. Кто подписывает акт о несчастном случае:

- 1) *гл. инженер, инженер по ОТ, гл. бухгалтер;*
- 2) *руководитель предприятия;*
- 3) *общественный инспектор по ОТ, инженер по ОТ, руководитель предприятия;*
- 4) *гл. специалист отрасли, инженер по ОТ, председатель профкома;*
- 5) *председатель и члены комиссии?*

164. Кто является председателем комиссии по расследованию смертельных групповых несчастных случаев, если погибло 2-4 человека:

- 1) *руководитель хозяйства;*
- 2) *главный инженер хозяйства;*
- 3) *руководитель вышестоящей хозяйственной организации;*
- 4) *начальник участка;*
- 5) *государственный инспектор по ОТ?*

165. Куда обязан сообщить работодатель о нетяжёлом несчастном

случае:

- 1) *в государственную инспекцию труда;*
- 2) *в органы государственного надзора;*
- 3) *в органы социального страхования;*
- 4) *в прокуратуру?*

166. В какой срок руководитель предприятия обязан сообщить страховщику о несчастном случае:

- 1) *в течение суток;*
- 2) *немедленно;*
- 3) *за два часа;*
- 4) *за 10 часов?*

167. В каких случаях должна проводиться внеочередная проверка знаний персонала, обслуживающего котлы?

- а) *при переводе котла на сжигание другого вида топлива;*
- б) *при инструктаже по технике безопасности;*
- и) *после производственной травмы.*

168. Оградительное устройство в виде сплошного жесткого щита изготавливают из стали, толщиной не менее:

- 1) *0,5 мм*
- 2) *0,8 мм*
- 3) *1.1 мм*
- 4) *1.4 мм*
- 5) *1,7 мм*

169. Оградительные устройства в виде сплошного жесткого щита изготавливают из прочной пластмассы, толщиной не менее:

- 1) *3 мм*
- 2) *4 мм*
- 3) *5 мм*
- 4) *6 мм*
- 5) *7 мм*

170. Решетчатые и сетчатые ограждения располагают от движущих частей на расстоянии не ближе:

- 1) *30 мм*
- 2) *40 мм*
- 3) *50 мм*
- 4) *60 мм*

5) 70 мм

171. Размер ячеек сетчатого оградительного устройства не превышают:

- 1) 6×6
- 2) 8×8
- 3) 10×10
- 4) 12×12
- 5) 14×14

172. Следует ли разрабатывать технологические карты производства погрузочно-разгрузочных работ?

- 1) *правила безопасности требуют разработки;*
- 2) *чаще всего они не нужны;*
- 3) *вопрос решает работодатель.*

173. Для ограждения станков, расколов и элементов конструкций, расчетное усилие развиваемое животным, Н, определяют по формуле:

- 1) $F = 20M$
- 2) $F = 30M$
- 3) $F = 40M$
- 4) $F = 50M$
- 5) $F = 60M$

174. Мостики и сходни для перемещения грузчиков с грузом могут изготавливаться из досок:

- 1) *толщиной не менее 25 мм;*
- 2) *толщиной не менее 40 мм;*
- 3) *толщиной не менее 50 мм.*

175. Допускаются ли рабочие основных профессий к работе в качестве стропальщиков?

- 1) *да, допускаются, но только дополнительно обученные;*
- 2) *нет, не допускаются;*
- 3) *допускаются дополнительно обученные по сокращенной программе, но только для подвешивания на крюк грузоподъемной машины груза без предварительной обвязки.*

176. С какой периодичностью проводится повторная проверка знаний инженерно-технических работников, ответственных за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии и лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами?

- 1) и тех и других - не реже, чем один раз в 12 месяцев;
- 2) и тех и других - не реже одного раза в 3 года;
- 3) специалистов, ответственных за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии - один раз в 3 года; специалистов, ответственных за безопасное производство работ кранами - один раз в 12 месяцев.

177. На кого должна быть возложена на предприятии обязанность по проверке знаний лиц, допускаемых к вождению внутризаводского транспорта?

- 1) на квалификационную комиссию, образуемую приказом по предприятию;
- 2) на начальника транспортного цеха;
- 3) на специалиста по охране труда.

178. Расчетный момент для предохранительных устройств от механических перегрузок принимают равным:

- 1) $M_P = (0,7 \dots 0,9)M_{ПР}$
- 2) $M_P = (0,9 \dots 1,1)M_{ПР}$
- 3) $M_P = (1,1 \dots 1,2)M_{ПР}$
- 4) $M_P = (1,2 \dots 1,4)M_{ПР}$
- 5) $M_P = (1,4 \dots 1,6)M_{ПР}$

179. Предохранительные клапаны по виду бывают:

- 1) грузовые (рычажные), пружинные, специальные;
- 2) одинарные, двойные;
- 3) низкоподъемные, полноподъемные;
- 4) открытые, закрытые;
- 5) пружинные, открытые, одинарные, низкоподъемные.

180. Предохранительные клапаны по конструкции корпуса бывают:

- 1) грузовые (рычажные), пружинные, специальные;
- 2) одинарные, двойные;
- 3) низкоподъемные, полноподъемные;
- 4) открытые, закрытые;

5) *пружинные, открытые, одинарные, низкоподъемные.*

181. Предохранительные клапаны по способу размещения бывают:

- 1) *грузовые (рычажные), пружинные, специальные;*
- 2) *одинарные, двойные;*
- 3) *низкоподъемные, полноподъемные;*
- 4) *открытые, закрытые;*
- 5) *пружинные, открытые, одинарные, низкоподъемные.*

182. Допускается ли перевозить длинномерный груз на электрокаре без прицепной тележки?

- 1) *не допускается.*
- 2) *допускается при длине груза не более 5 м.*
- 3) *допускается при длине груза не более 6 м.*

182. Какова периодичность прохождения повторной проверки знаний персонала, обслуживающего лифт?

- 1) *не реже одного раза в 6 месяцев;*
- 2) *не реже одного раза в 12 месяцев;*
- 3) *ежеквартально.*

183. Зеленый цвет означает:

- 1) *запрещение, непосредственная опасность, стоп или средства пожаротушения;*
- 2) *предупреждение, возможная, возможная опасность, внимание;*
- 3) *безопасность, разрешение, предписание;*
- 4) *указание, информация;*
- 5) *предупреждение, разрешение, указание.*

184. Красный цвет означает:

- 1) *запрещение, непосредственная опасность, стоп или средства пожаротушения;*
- 2) *предупреждение, возможная, возможная опасность, внимание;*
- 3) *безопасность, разрешение, предписание;*
- 4) *указание, информация;*
- 5) *предупреждение, разрешение, указание.*

185. Желтый цвет означает:

- 1) *запрещение, непосредственная опасность, стоп или средства пожаротушения;*
- 2) *предупреждение, возможная, возможная опасность, внимание;*
- 3) *безопасность, разрешение, предписание;*
- 4) *указание, информация;*
- 5) *предупреждение, разрешение, указание.*

186. Синий цвет означает:

- 1) *запрещение, непосредственная опасность, стоп или средства пожаротушения;*
- 2) *предупреждение, возможная, возможная опасность, внимание;*
- 3) *безопасность, разрешение, предписание;*
- 4) *указание, информация;*
- 5) *предупреждение, разрешение, указание.*

186. В желтый цвет окрашивают:

- 1) *предписывающие знаки, сигнальные лампы нормального режима работы оборудования;*
- 2) *внутренние поверхности корпусов и кожухов, ограждающих подвижные части машин и механизмов; двери шкафов с электрооборудованием; емкости с огнеопасными, взрывоопасными и легковоспламеняющимся содержимым; трубопроводы горячей воды; запрещающие знаки;*
- 3) *емкости для пестицидов, открытые вращающиеся части оборудования, кромки оградительных устройств не полностью закрывающие опасные зоны, сигнальные лампы;*
- 4) *указательные знаки, места присоединения заземляющих устройств, символические рисунки указательного или информационного назначения, места зачачивания или установки домкратов;*
- 5) *предписывающие знаки, запрещающие знаки, указательные знаки, сигнальные лампы.*

187. В зеленый цвет окрашивают:

- 1) *предписывающие знаки, сигнальные лампы нормального режима работы оборудования;*
- 2) *внутренние поверхности корпусов и кожухов, ограждающих подвижные части машин и механизмов; двери шкафов с электрооборудованием; емкости с огнеопасными, взрывоопасными и легковоспламеняющимся содержимым; трубопроводы горячей воды; запрещающие знаки;*

3) емкости для пестицидов, открытые вращающиеся части оборудования, кромки оградительных устройств не полностью закрывающие опасные зоны, сигнальные лампы;

4) указательные знаки, места присоединения заземляющих устройств, символические рисунки указательного или информационного назначения, места зачаливания или установки домкратов;

5) предписывающие знаки, запрещающие знаки, указательные знаки, сигнальные лампы.

188. В синий цвет окрашивают:

1) предписывающие знаки, сигнальные лампы нормального режима работы оборудования;

2) внутренние поверхности корпусов и кожухов, ограждающих подвижные части машин и механизмов; двери шкафов с электрооборудованием; емкости с огнеопасными, взрывоопасными и легковоспламеняющимся содержимым; трубопроводы горячей воды; запрещающие знаки;

3) емкости для пестицидов, открытые вращающиеся части оборудования, кромки оградительных устройств не полностью закрывающие опасные зоны, сигнальные лампы;

4) указательные знаки, места присоединения заземляющих устройств, символические рисунки указательного или информационного назначения, места зачаливания или установки домкратов;

5) предписывающие знаки, запрещающие знаки, указательные знаки, сигнальные лампы.

189. На сколько групп разделены знаки безопасности:

1) на 2;

2) на 3;

3) на 4;

4) на 5;

5) на 6.

190. Кем и с учетом чего выдается разрешение на эксплуатацию зарегистрированных, а также не подлежащих регистрации котлов в органах Госгортехнадзора России?

1) на все котлы - инспектором Госгортехнадзора после проведения первичного технического освидетельствования и осмотра во время парового опробования;

2) на все котлы - лицом, которое владельцем котла назначено ответственным за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котла после проведения освидетельствования и парового опробования;

3) разрешение на эксплуатацию котлов, зарегистрированных в органах Госгортехнадзора, дается только инспектором, на остальные - лицом, ответственным за исправное состояние и безопасную эксплуатацию котлов в организации после проведения освидетельствования и опробования.

191. Техническое освидетельствование котлов включает наружный и внутренний осмотр, а также гидравлическое испытание. Как часто эта работа выполняется владельцем котла и инженером специализированной организации?

1) владельцем котла - не реже одного раза в 12 месяцев; инженером специализированной организации - не реже одного раза в 4 года;

2) владельцем котла - не реже одного раза в 12 месяцев; инженером специализированной организации: наружный и внутренний осмотры - не реже одного раза в 4 года, гидравлическое испытание - не реже одного раза в 8 лет;

3) владельцем котла - не реже одного раза в 12 месяцев; специализированной организацией - по своему графику, но не реже одного раза в 5 лет.

192. В каких случаях должна проводиться внеочередная проверка знаний персонала, обслуживающего котлы?

1) при переводе котла на сжигание другого вида топлива;

2) при инструктаже по технике безопасности;

3) после производственной травмы.

193. Какие требования предъявляются к персоналу, обслуживающему котлы, и за счет чего они обеспечиваются?

1) к обслуживанию котлов допускается только обученный и аттестованный персонал, в возрасте не моложе 21 года, прошедший медицинское освидетельствование. Персонал обеспечивается инструкциями;

2) к обслуживанию котлов допускается персонал в возрасте не моложе 18 лет, прошедший обучение в специализированных учебных заведениях и имеющий удостоверение на право обслуживания котлов. Персонал обеспечивается инструкциями, которые должны находиться на рабочем месте. Организуется контроль за их соблюдением, а также периодически проводится проверка знаний всего персонала;

3) все, что в пункте "2", но допускается индивидуальная подготовка с

проверкой знаний при участии инспектора Госгортехнадзора.

194. Следует ли разрабатывать технологические карты производства погрузочно-разгрузочных работ?

- 1) правила безопасности требуют разработки;*
- 2) чаще всего они не нужны;*
- 3) вопрос решает работодатель.*

195. В каких случаях специалист, назначенный приказом по предприятию ответственным за безопасную организацию погрузочно-разгрузочных работ, должен постоянно находиться на месте указанных работ?

- 1) когда работы осуществляются в вечернее и ночное время при плохой освещенности места работ;*
- 2) когда ведется погрузка или разгрузка тяжелых, громоздких и опасных грузов;*
- 3) когда ведется погрузка ТСМ.*

196. Мостики и сходни для перемещения грузчиков с грузом могут изготавливаться из досок:

- 1) толщиной не менее 25 мм;*
- 2) толщиной не менее 40 мм;*
- 3) толщиной не менее 50 мм.*

197. Допускается ли складирование материалов в местах производства погрузочно-разгрузочных работ?

- 1) вопрос решается специалистом, ответственным за безопасную организацию этих работ;*
- 2) не допускается;*
- 3) правилами по охране труда это не предусмотрено.*

198. Регламентировано ли правилами размещение автотранспорта на погрузочно-разгрузочных площадках?

- 1) регламентировано, но только размещение относительно зданий и штабелей груза;*
- 2) не регламентировано;*
- 3) регламентировано: между автомобилями по фронту и в глубину, а также относительно штабелей и зданий.*

199. В каких случаях перемещение грузов должно производиться с помощью средств механизации;

- 1) механизированный способ погрузочно-разгрузочных работ;
- 2) при перемещении грузов массой более 25 кг;
- 3) при перемещении грузов в технологическом процессе массой более 20 кг и на расстоянии более 25 м.

200. Какие нормы установлены законодательством для мужчин старше 18 лет при подъеме и перемещении грузов на расстояние до 25 м?

- 1) массой до 70 кг;
- 2) массой до 50 кг;
- 3) массой до 60 кг.

201. В каких случаях съемные грузозахватные приспособления не должны находиться в местах производства погрузочно-разгрузочных работ?

- 1) съемные грузозахватные приспособления неисправны;
- 2) съемные грузозахватные приспособления не имеют бирок или клейм;
- 3) в случаях, указанных в пунктах "а" и "б".

202. Допускается ли переноска груза массой 75 кг грузчиком?

- 1) допускается в присутствии руководителя работ;
- 2) допускается перемещение груза при условии, что подъем (снятие) производят другие грузчики;
- 3) допускается при спуске по деревянному настилу с перилами.

203. Подлежат ли грузозахватные приспособления регистрации в органах Госгортехнадзора?

- 1) да, подлежат регистрации в органах Госгортехнадзора;
- 2) грузозахватные приспособления регистрируются владельцем в Журнале после получения в органе Госгортехнадзора индивидуального номера;
- 3) грузозахватные приспособления снабжаются индивидуальным номером и под этим номером регистрируются их владельцем в Журнале учета грузоподъемных машин и грузозахватных приспособлений.

204. Какие действия необходимо предпринять владельцу грузоподъемной машины для регистрации ее в органах Госгортехнадзора?

- 1) подать заявление в орган Госгортехнадзора после проведения техни-

ческого освидетельствования машины;

2) подать заявление в орган Госгортехнадзора при наличии заполненного паспорта машины и после проведения технического освидетельствования;

3) подать заявление в орган Госгортехнадзора.

205. Следует ли назначать приказом (распоряжением) по организации персонал, обслуживающий грузоподъемную машину?

1) вопрос решает руководитель организации;

2) да, требуется назначать приказом (распоряжением) по организации допуск к работе крановщиков, их помощников, слесарей, электромонтеров, наладчиков приборов безопасности и стропальщиков;

3) нет, не требуется. Приказом оформляется только назначение ответственных лиц.

206. Допускаются ли рабочие основных профессий к работе в качестве стропальщиков?

1) да, допускаются, но только дополнительно обученные;

2) нет, не допускаются;

3) допускаются дополнительно обученные по сокращенной программе, но только для подвешивания на крюк грузоподъемной машины груза без предварительной обвязки.

207. Кто выдает разрешение на эксплуатацию грузоподъемных приспособлений, тары и как часто в процессе эксплуатации производится их осмотр?

1) разрешение выдает лицо, ответственное за безопасное производство работ. Стropальщик производит осмотр перед их применением, в процессе эксплуатации владелец производит их осмотр в установленные сроки: траверс, клещей и тары - ежемесячно, стропов - каждые 10 дней;

2) разрешение выдает специалист по надзору за безопасной эксплуатацией машины. Стropальщик осматривает их перед применением, а владелец организует периодический осмотр в установленные Правилами сроки;

3) разрешение выдает инспектор Госгортехнадзора на основании результатов осмотров и данных Журнала осмотра грузозахватных приспособлений, а владелец организует их осмотр в установленные сроки: траверс, клещей и тары - ежемесячно, стропов - каждые 10 дней.

208. Кто выдает разрешение на пуск в работу грузоподъемной маши-

ны, не подлежащей регистрации в органах Госгортехнадзора, и прошедшей такую регистрацию?

- 1) *в обоих случаях - инспектор Госгортехнадзора;*
- 2) *в обоих случаях - инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машины;*
- 3) *разрешение на пуск машины, подлежащей регистрации в органах Госгортехнадзора, выдает его инспектор, а машины, не подконтрольной Госгортехнадзору, - инженерно-технический работник по надзору за безопасной эксплуатацией машины.*

209. С какой периодичностью проводится повторная проверка знаний инженерно-технических работников, ответственных за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии и лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами?

- 1) *и тех и других - не реже, чем один раз в 12 месяцев;*
- 2) *и тех и других - не реже одного раза в 3 года;*
- 3) *специалистов, ответственных за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии - один раз в 3 года; специалистов, ответственных за безопасное производство работ кранами - один раз в 12 месяцев.*

210. Можно ли производить перемещение груза, на который не разработаны схемы строповки?

- 1) *перемещение груза, на который не разработаны схемы строповки, запрещается;*
- 2) *перемещение груза, на который не разработаны схемы строповки, должно производиться в присутствии специалиста;*
- 3) *перемещение груза, на который не разработаны схемы строповки, должно производиться в присутствии и под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ кранами.*

211. Кем назначаются сигнальщики, из какого контингента?

- 1) *назначаются лицом, ответственным за безопасное производство работ грузоподъемными машинами и только из числа стропальщиков;*
- 2) *назначаются мастером участка или бригадиром, можно из числа работников, занятых на участке;*
- 3) *назначает лицо, ответственное за безопасное производство работ машинами по своему усмотрению.*

212. Чем отличается частичное техническое освидетельствование грузоподъемной машины от полного и какова их периодичность?

1) при полном освидетельствовании проводится осмотр, статические и динамические испытания (не реже одного раза в 3 года); при частичном – ограничиваются осмотром и проверкой машины (не реже одного раза в 12 месяцев);

2) при полном освидетельствовании проводятся статические и динамические испытания (не реже одного раза в два года), при частичном - только статические испытания (не реже одного раза в 12 месяцев);

3) при полном освидетельствовании обязательны статические и динамические испытания (не реже одного раза в 3 года), при частичном – испытания не проводятся (периодичность - каждые полгода).

213. Существуют ли ограничения по возрасту при допуске к вождению электрокара, грузовых мотороллеров и электропогрузчиков?

1) да, для водителей электрокара и электропогрузчиков - не моложе 18 лет, грузовых мотороллеров-не моложе 16 лет;

2) да, для всех категорий внутризаводского транспорта - не моложе 18 лет;

3) для всех категорий - не моложе 16 лет.

214. Ограничена ли в интересах предотвращения несчастных случаев максимальная скорость движения транспортных средств на предприятии?

1) да, ограничена: в производственных помещениях - не более 5 км/час, на территории предприятия – не более 20 км/час;

2) да, ограничена: в производственных помещениях? – не более 3 км/час, на территории предприятия – не более 12 км/час;

3) да, ограничена: в производственных помещениях? – не более 5 км/час, на территории предприятия – не более 15 км/час.

215. На кого должна быть возложена на предприятии обязанность по проверке знаний лиц, допускаемых к вождению внутризаводского транспорта?

1) на квалификационную комиссию, образуемую приказом по предприятию;

2) на начальника транспортного цеха;

3) на специалиста по охране труда.

216. Регламентирована ли периодичность проведенных технического освидетельствования внутризаводского транспорта?

1) *техническое освидетельствование с записью в паспорт должно проводиться перед вводом транспорта в эксплуатацию, в дальнейшем не реже одного раза в 12 месяцев;*

2) *техническое освидетельствование проводится: перед вводом транспортного средства в эксплуатацию; не реже одного раза в 12 месяцев - в процессе эксплуатации; внеочередное - после ремонта с помощью сварки. Во всех случаях с записью в паспорт или журнал технического состояния транспортного средства;*

3) *техническое освидетельствование проводится: перед вводом транспортного средства в эксплуатацию, в дальнейшем не реже 1 раза в 24 месяца.*

217. Необходимо ли иметь на предприятии утвержденную работодателем схему движения транспортных средств и места их стоянки?

1) *желательно;*

2) *обязательно;*

3) *вопрос решает работодатель.*

218. Какие меры следует принимать, чтобы исключить возможность травматизма при перемещении грузов больших размеров авто- и электропогрузчиками?

1) *движение авто – и электропогрузчиков должно производиться задним ходом и только при наличии хорошего освещения в данном месте;*

2) *движение авто – и электропогрузчиков должно производиться задним ходом и только в сопровождении лица, ответственного за транспортировку груза;*

3) *должно производиться задним ходом под наблюдением мастера участка, для которого поставляется груз.*

219. В каких случаях транспортные средства должны оборудоваться устройствами отвода заряда статического электричества ?

1) *во всех случаях и все транспортные средства, работающие на бензине;*

2) *устройствами для отвода заряда статического электричества должны, быть оснащены транспортные средства, используемые для транспортировки легковоспламеняющихся и горючих веществ;*

3) *во всех случаях и все транспортные средства, работающие на дизельном топливе.*

220. Допускается ли перевозить длинномерный груз на электрокаре без прицепной тележки?

- 1) *не допускается;*
- 2) *допускается при длине груза не более 5 м;*
- 3) *допускается при длине груза не более 6 м.*

221. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при перевозке автомобилем баллонов со сжатым газом?

1) *автомобили должны быть оборудованы специальными стеллажами с выемками по диаметру баллонов, обитыми войлоком. В жаркое время года баллоны необходимо укрывать брезентом;*

2) *при перевозке баллонов в кузове автомобиля должен быть сопровождающий, он же контролирует наличие у баллонов предохранительных колпачков;*

- 3) *меры безопасности изложены в ответах «1» и «2».*

222. Может ли владелец лифта привлекать для технического обслуживания и капитального ремонта специализированную по лифтам организацию?

- 1) *да;*
- 2) *нет;*
- 3) *да, но только после аварийной ситуации.*

223. В какие сроки проводится периодическое техническое освидетельствование лифта?

- 1) *не реже одного раза в три года;*
- 2) *не реже одного раза в 12 календарных месяцев;*
- 3) *в течение месяца после капитального ремонта лифта.*

224. Как организуется обучение «„аттестация лифтеров и электромехаников»?

1) *путем индивидуальной формы подготовки в организации, эксплуатирующей лифты, с выдачей удостоверения о допуске к самостоятельной работе;*

2) *проводится в учебных заведениях и других организациях, располагающих базой для теоретического и практического обучения, штатными специалистами, аттестованными в порядке, установленном Госгортехнадзором России;*

3) *обучение проводится самостоятельно, на предприятиях имеющих лифты.*

225. Какова периодичность прохождения повторной проверки знаний персонала, обслуживающего лифт?

- 1) не реже одного раза в 6 месяцев;
- 2) не реже одного раза в 12 месяцев;
- 3) ежеквартально.

226. Участие представителя органа Госгортехнадзора России является обязательным в работе комиссии при аттестации:

- 1) электромехаников;
- 2) лифтеров;
- 3) диспетчеров.

227. Какие документы по организации безопасной эксплуатации лифта предъявляются комиссии по приемке лифта в эксплуатацию?

- 1) договор о страховании ответственности за причинение вреда. в случае аварии на лифте. Положение об организации и осуществлении производственного контроля;
- 2) приказы о назначении специалистов и допуске обслуживающего персонала, а также документы, подтверждающие их аттестацию;
- 3) документы, перечисленные в ответах "а" и "б" вместе с актом полного технического освидетельствования лифта.

228. Какую квалификационную группу по электробезопасности должны иметь электромеханик, за которым закреплен лифт, и лифтер?

- 1) электромеханик - не ниже III группы, лифтер - не ниже II группы;
- 2) все - не ниже III квалификационной группы по электробезопасности;
- 3) все - II квалификационную группу по электробезопасности.

229. Какая организация проводит полное техническое освидетельствование лифта и где отражаются результаты?

- 1) специализированная организация; располагающая техническими средствами и квалифицированными специалистами, результаты освидетельствования фиксируются в паспорте на лифт;
- 2) экспертная организация, имеющая лицензию на экспертизу промышленной безопасности, выданную Госгортехнадзором. Результаты отражаются в Акте полного технического освидетельствования лифта и паспорте лифта, заверяются подписью и штампом специалиста экспертной организации;
- 3) эксплуатирующая организация может привлекать специализированную организацию, результаты заносятся в паспорт лифта.

230. Какие требования должны соблюдаться, если баллоны с газом устанавливаются в помещениях?

1) *Они не должны размещаться близко от источников тепла с открытым огнем;*

2) *Они должны находиться на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов и печей и не менее 5 м от источников тепла с открытым огнем;*

3) *Они должны размещаться на расстоянии 2 м от отопительных приборов и от источников тепла с открытым огнем.*

231. Какие требования безопасности должны соблюдаться при хранении баллонов на открытом воздухе?

1) *они должны быть защищены от атмосферных осадков и солнечных лучей;*

2) *они могут быть защищены навесом от прямых солнечных лучей;*

3) *баллоны с газами хранятся только в специальных помещениях.*

232. Могут ли быть допущены к обслуживанию сосудов лица моложе 18 лет, не прошедшие медицинское освидетельствование? Как оформляется допуск?

1) *могут, но в исключительных случаях. Допуск оформляется приказом по организации;*

2) *не могут. Допуск персонала к самостоятельному обслуживанию сосудов оформляется приказом по организации или распоряжением по цеху;*

3) *могут. Допуск оформляется в журнале инструктажа на рабочем месте.*

233. С какой периодичностью проводится проверка знаний персонала, обслуживающего сосуды? Обязан ли персонал пройти стажировку после перерыва в работе более 12 месяцев?

1) *не реже одного раза в 3 года. Да, персонал должен в этом случае пройти стажировку;*

2) *не реже одного раза в 12 месяцев. Да, персонал обязан после проверки знаний пройти стажировку для восстановления практических навыков;*

3) *не реже одного раза в 12 месяцев. После такого перерыва в работе достаточно пройти внеочередную проверку знаний.*

234. В каком положении перевозят баллоны, наполненные газом, на рессорном транспорте?

1) *в горизонтальном положении с укладкой вентилями в одну сторону,*

обязательно с прокладками между баллонами;

2) в вертикальном положении в специальных контейнерах, а также без контейнеров, но с прокладками между баллонами и ограждением от возможного падения;

в) в соответствии с ответами "а" или "б", обязательно с навернутыми колпаками.

235. В каких случаях проводится перерегистрация сосуда?

1) при передаче сосуда другому владельцу;

2) при перестановке сосуда на новое место;

3) при внесении изменений в схему включения сосуда;

4) во всех случаях, указанных в пунктах "1", "2", "3".

236. Подлежат ли регистрации в органах Госгортехнадзора России баллоны, вместимостью до 100 л, предназначенные для транспортировки сжатых газов? Кто имеет право дать разрешение на ввод этих сосудов в эксплуатацию?

1) не подлежат. Разрешение выдает лицо, ответственное за осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов;

2) подлежат. Разрешение выдает инспектор Госгортехнадзора России с записью об этом в паспорте сосуда;

3) подлежат регистрации в органах Госгортехнадзора России. Разрешение выдает лицо, ответственное за осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при эксплуатации сосудов.

236. В какой цвет окрашивается наружная поверхность баллона с кислородом?

1) в голубой;

2) в черный;

3) в красный.

237. В какой цвет окрашивается наружная поверхность баллона с пропаном

1) в голубой;

2) в черный;

3) в красный.

238. В какой цвет окрашивается наружная поверхность баллона с сжатым воздухом

- 1) в голубой;
- 2) в черный;
- 3) в красный.

Дополните написанный текст предложения:

239. Помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60 % называются

240. Помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %, называются

241. Помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100 %, называются

242. Помещения, в которых температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут.) +35 °С называются

243. Помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования, называются... .

244. Состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов, называется

245. Оптимальный баланс состояния технологического процесса, оборудования, рабочих мест и поведения человека, ограничивающего воздействие на работающего опасных и вредных производственных факторов, называется

246. Пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих, называется

247. Комплекс взаимосвязанных стандартов, содержащих требования, нормы и правила, направленные на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда, называется

248. Система организационных и технических мероприятий и средств,

обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества, называется

249. Документ, содержащий количественные и качественные характеристики факторов производственной среды и трудового процесса, называется

250. Предписания инженера по охране труда по устранению выявленных недостатков могут быть отменены (кем)

251. Ответственность за правильное и своевременное расследование и учет несчастных случаев, оформление актов Н-1 возлагается (на кого)....

252. Разность потенциалов между двумя точками токоведущей цепи, в которую включен человек, называется

253. Преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением, называется

254. Защитное действие зануления оборудования заключается в

255. Преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением, называется

256. Защитное действие заземляющего устройства заключается в

257. Измерить сопротивление заземляющего устройства можно прибором

258. Снижение напряжения прикосновения благодаря выравниванию потенциалов между токоведущим полом и металлоконструкцией, оказавшейся под напряжением, снижение напряжения шага при этом называется

259. Главное достоинство устройств защитного отключения (УЗО) в сравнении с защитным заземлением и занулением состоит в

260. Основными изолирующими защитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются

261. Основными изолирующими защитными средствами в электроустановках напряжением выше 1000 В являются

262. Сопротивление двойной или усиленной изоляции должно быть не менее

263. Сопротивление изоляции можно измерить прибором

264. Право выдачи нарядов и распоряжений в электроустановках до 1000 В предоставлено

265. Состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействие на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей, называется

Список используемой литературы

1. Беляков, Г. И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. Охрана труда: учебник для бакалавров/Г.И. Беляков. – 2 – е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство «Юрайт, 2013. – 572 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
2. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности. Терминология: учебное пособие / С.В. Белов, В.С. Ванаев, Л.Ф. Козьяков ; под ред. С.В. Белова. – М. : КНОРУС, 2012. — 390 с.
3. Белов, П. Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /Петр Григорьевич Белов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 512 с.
4. Белова, Т. И., Лумисте Е. Г., Ляхова Л. А. Безопасность жизнедеятельности на производстве. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – Брянск: Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2006. – 308 с.
5. Буралев, Ю. В. Безопасность жизнедеятельности на транспорте: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /Ю.В. Буралев. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 288 с.
6. Безопасность и охрана труда: учебн. пособие для вузов /под ред. О. Н. Русака. — СПб. : Изд-во МАНЭБ, 2001.
7. Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / под общ. ред. С. В. Белова. – Изд. 3 – е, испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2001.
8. Безопасность жизнедеятельности. Теория и практика: учебник для бакалавров /Я.Д. Вишняков [и др.]; под общ. ред. Я. Д. Вишнякова. – 4 – е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 543 с. – Серия : Бакалавр. Базовый курс.
9. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие/коллектив авторов; под ред. А.И. Сидорова. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2012. – 552 с.
10. ГОСТ Р 12.4.026–2001. ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная: официальный текст. – М.: Госстандарт России, 2001.
11. ГОСТ Р 505 71.3-94 (МЭК 364-4-41-92). Электроустановки зданий.

Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током: официальный текст. – М. : Госстандарт России, 1995.

12. Дацко, И. И. Электробезопасность в агропромышленном производстве /И.И. Дацко, К. Ю. Сорокин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 275 с.

13. Детали машин и основы конструирования/Под ред. Д 38 М. Н. Ерохина. – М.: КолосС, 2004. — 462 е.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

14. Занько, Н. Г. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. — СПб. : Лань, 2008.

15. Калыгин, В. Г. и др. Безопасность жизнедеятельности. Промышленная и экологическая безопасность, безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях. Курс лекций /В. Г. Калыгин, В. А. Бондарь, Р. Я. Дедеян; Под ред. В. Г. Калыгина. – М.: Химия, КолосС, 2006. – 520 е.: ил. – (Учебники и учеб. бю

16. Каракеян, В. И. Безопасность жизнедеятельности: учебник для бакалавров /В. И. Каракеян, И. М. Никулина. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2014. – 455 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс

17. Кукин, П. Л. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств : учеб. пособие /П. П. Кукин, В. В. Лапин. – М.: Высшая школа, 2001.

18. Куликов, О. Н. Охрана труда в строительстве : учебник для нач. проф. образования /О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 352 с.

19. Коробко, В. И. Промышленная безопасность : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / В.И.Коробко. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 208 с. — (Сер. Бакалавриат)

20. Кязимов, К. Г. Устройство и эксплуатация газового хозяйства : учебник для нач. проф. образования/К.Г.Кязимов, В.Е.Гусев. – 4 – е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 384 с.

21. Кривошеин, Д.А., Дмитренко В.П., Федотова Н.В. К Основы экологической безопасности производств: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 336 е.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература.

22. Никифоров П.Л., Персиянов В.В. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 297 с. – (Высшее образование: Бакалавриат).
23. НПБ 105-95 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожароопасной и пожарной опасности.
24. Охрана труда в строительстве: учебное пособие /Д.В. Коптев, В.И. Булыгин, Д.В. Виноградов и др.; под ред. д-ра техн. наук, проф. Д.В. Коптева. – М. : МЦФЭР, 2009. – 512 с.
25. Охрана труда и промышленная экология : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [В.Т. Медведев, С.Г. Новиков, А.В.Каралюнец, Т.Н.Маслова. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 416 с
26. Охрана труда в строительстве: учебное пособие /Д.В. Коптев, В.И. Булыгин, Д.В. Виноградов и др. ; под ред. д – ра техн. наук, проф. Д.В. Коптева. – М.: МЦФЭР, 2009. – 512 с.
27. Обеспечение пожарной безопасности предприятия: практическое пособие для руководителя / под общей ред. А. Н. Проценко. – М. : Институт риска и безопасности, 2004. – 241 с.
28. Плющиков В. Г. Безопасность жизнедеятельности в отраслях агропромышленного комплекса. – М.: КолосС 2010. – 471 е.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
29. Пожарная безопасность: учебник для студ. учреждений высш. образования /Л.А.Михайлов, В.П.Соломин, О. Н. Русак и др.; под ред. Л. А. Михайлова. – 2 – е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2014. – 224 с. — (Сер. Бакалавриат).
30. Производственная безопасность: Учебное пособие / Под общ. ред. докт. техн. наук, проф. А.А. Попова. – 2 – е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 432 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
31. Практикум по безопасности жизнедеятельности: учебное пособие к лабораторным и практическим работам / под общ. ред. А. В. Фролова. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 490 с. : ил. – (Высшее образование)

32. Правила устройства и безопасной эксплуатации газовых и водогрейных котлов (ПБ 10.574-03). – СПб., 2004.
33. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (ПБ 10-382-00).
34. Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов – ПОТ РМ – 007 – 98.
35. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях. — Мытищи: А-Принт, 2003.
36. Раздорожный, А. А. Охрана труда и производственная безопасность : учебник. – М.: Экзамен, 2006. – 348 с.
37. Сакович, Н.Е. Математическое моделирование в обеспечении безопасности дорожного движения. Монография/Н.Е. Сакович. – Брянск.: Изд – во ФГОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академии, 2010. – 179 с.
38. Сакович, Н.Е. Системный анализ и моделирование проблем обеспечения безопасности транспортно – технологических процессов в агропромышленном комплексе. Монография/Н.Е. Сакович, Е.Н. Христофоров, А.Ф. Ковалев и др.– Брянск: издательство ФГБОУ ВО «Брянской государственной аграрный университет», 2015 – 507 с.
39. Сакович, Н.Е. Решение инженерных задач производственной безопасности средствами MS Excel. Методическое пособие. – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2008. – 45 с.
40. Сакович Н.Е. Пожарная безопасность. Учебное пособие для выполнения лабораторных работ и практических занятий/ Н.Е. Сакович, Е.Н. Христофоров, – Брянск: Изд-во ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ», 2015. – 223 с.
41. Сакович Н.Е. Расчет ущерба от аварий на опасных производственных объектах, с помощью программ персонального компьютера. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Производственная безопасность». – Брянск; издательство БГСХА, 2008. – 16 с.
42. Сакович, Н.Е. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие для

студентов заочной формы обучения направления «Техносферная безопасность» профиль «Безопасность технологических процессов и производств»/Н.Е. Сакович. – Брянск: Изд-во ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2017. – 108 с.

43. Сакович, Н.Е. Безопасность жизнедеятельности. Охрана окружающей среды: Учебное пособие. Сборник методических указаний для выполнения лабораторных работ и практических занятий/ Н.Е. Сакович, Е.Н. Христофоров, Ю.В. Беззуб. – Брянск: Изд-во ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА», 2014. – 155с.

44. Сергеев, А В. Справочное учебное пособие для персонала котельных. —СПб.: ДЕАН, 2002.

45. Северный, А. Э. Обеспечение безопасности при техническом сервисе сельскохозяйственных машин / А. Э. Северный, А. В. Колчин, Л. А. Буренин. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2001.

46. Собурь С.В. Установки пожаротушения автоматические: Учебно-справочное пособие. – 8 – е изд., с изм. – М.: ПожКнига, 2014. – 320 е., ил. – Серия «Пожарная безопасность предприятия».

47. Собурь С.В. Пожарная безопасность предприятия. Курс пожарно-технического минимума: Справочник. – 7 – е изд., доп. (с изм.). – М.: Спецтехника, 2003. - 496 е., ил л.

48. Тайц, В.Г. Безопасная эксплуатация грузоподъемных машин: Учеб. пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 383 е.: ил.

49. Татаренко В.И., Ромейко В.Л, Ляпина О.П. Основы безопасности труда в техносфере: Учебник / Под ред. В .Л. Ромейко. – М.: ИНФРА–М, 2014. — 351 с. – (Высшее образование: Бакалавриат).

50. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности РФ № 123-ФЗ от 22.07.08.

51. Устройства защитного отключения. Устройства защитного отключения : учеб. – метод, пособие. – М.: Энергосервис, 2006.

52. Федорчук, А. И. Производственная безопасность: практ. пособие/ А. И. Федорчук. – Мн.: Техноперспектива, 2005. – 302 с.

53. Федеральный закон № 116 о промышленной безопасности опасных производственных объектов от 21.07.1997 г : официальный текст.

54. Христофоров, Е.Н. Производственная безопасность. Практикум: методические указания для выполнения практических занятий по дисциплине «Производственная безопасность» / Е.Н. Христофоров. Брянск: Издательство БГСХА, 2010. – 104 с.

55. Христофоров, Е.Н. Пожарная безопасность. Расчет сил и средств для тушения пожаров на производственных объектах. Учебное пособие для выполнения практических занятий/Е.Н. Христофоров. – Брянск: Издательство ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015. – 88 с.

56. Христофоров Е.Н. Производственная безопасность. Безопасность Эксплуатации газового хозяйства. Учебное пособие для выполнения лабораторных работ и практических занятий/Е.Н. Христофоров. – Брянск: Издательство ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015. – 148 с.

57. Христофоров, Е.Н. Практикум по пожарной безопасности производственных объектов. Учебное пособие. Методические указания для выполнения практических занятий/Е.Н. Христофоров. – Брянск.: Издательство ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015. – 87 с.

58. Черникова, Л.П. Охрана труда и здоровья с основами санитарии и гигиены в сфере торговли и коммерции. — Москва: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2005. — 336 с

59. Шкрабак, В. С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве /В. С. Шкрабак, Л. В. Луковников, А. К. Тургиев. — М.: Колос, 2002.

Учебное издание

Е. Н. Христофоров

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Учебное пособие

Редактор: Павлютина И.П.

Подписано к печати 29.11.2017
Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага печатная. Усл. печ. л. 20,68.
Тираж 100 экз. Изд. № 5448.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл. Выгоничский район, с. Кокино