Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 08.07.2024 10:27:08
Уникальный программный ключ:
[illegible]

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

658.382(07)
Б40

С.И. Боровик, В.Г. Зеленкин, Л.М. Киселева, Ю.В. Медведева,
И.С. Окраинская, И.П. Палатинская, А.И. Сидоров, А.В. Хашковский

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие
с элементами самостоятельной работы студентов

Часть II

Под редакцией А.И. Сидорова

Челябинск
Издательство ЮУрГУ
2008

УДК 658.382(076.5)
Б40

Одобрено
учебно-методической комиссией
механико-технологического факультета

Рецензенты: Ю.Г. Горшков, Г.В. Туникова

Б40 **Безопасность жизнедеятельности:** учебное пособие с элементами самостоятельной работы студентов / С.И. Боровик, В.Г. Зеленкин, Л.М. Киселева и др.; под ред. А.И. Сидорова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – Ч. II. – 273 с.

В учебном пособии рассмотрены основные вопросы электробезопасности и пожарной безопасности, защиты от опасных проявлений статического электричества. Большое внимание уделено вопросам аттестации рабочих мест по условиям труда, сертификации организации работ по охране труда, а также прочим организационно-правовым вопросам обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Пособие предназначено для студентов всех форм обучения по основным направлениям подготовки специалистов в ЮУрГУ.

УДК 658.382(076.5)

© Издательство ЮУрГУ, 2008

Глава 1. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

1.1. Электробезопасность. Определения и общие требования

Согласно ГОСТ 12.1.009, под термином ***электробезопасность*** понимается система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электротравматизм – это явление, характеризующееся совокупностью электротравм, т. е. травм, вызванных воздействием электрического тока или электрической дуги.

Под ***электрическим замыканием на корпус*** подразумевается случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетоковедущими частями электроустановки. Под ***электрическим замыканием на землю*** понимается случайное электрическое соединение токоведущей части непосредственно с землей или нетоковедущими проводящими конструкциями, или предметами, не изолированными от земли.

Ток замыкания на землю – это ток, проходящий через место замыкания на землю. ***Зона растекания тока замыкания на землю*** – зона земли, за пределами которой электрический потенциал, обусловленный токами замыкания на землю, может быть условно принят равным нулю.

Напряжение относительно земли – это напряжение относительно точки земли, находящейся вне зоны растекания тока замыкания на землю. ***Однофазное (однополюсное) прикосновение*** – это прикосновение к одной фазе (полюсу) электроустановки, находящейся под напряжением. ***Двухфазное (двухполюсное) прикосновение*** – это одновременное прикосновение к двум фазам (двум полюсам) электроустановки, находящейся под напряжением. Под ***напряжением прикосновения*** понимается напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек. Под ***напряжением шага*** понимается напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек.

К области критериев электробезопасности относятся термины, характеризующие опасные и безопасные токи. ***Ощутимый ток*** – это электрический ток, вызывающий при прохождении через организм ощутимые раздражения; ***пороговый ощутимый ток*** – это наименьшее значение ощутимого тока. ***Неотпускающий ток*** – это электрический ток, вызывающий при прохождении через человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник; ***пороговый неотпускающий ток*** – это наименьшее значение неотпускающего тока. ***Фибрилляционный ток*** – это электрический ток, вызывающий при прохождении через организм фибрилляцию сердца; ***пороговый фибрилляционный ток*** – это наименьшее значение фибрилляционного тока.

К области технических средств электробезопасности относятся термины, характеризующие конкретные средства, устройства и т. д. ***Электрозащитные средства*** – это переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты

людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля. ***Защита от прикосновения к токоведущим частям*** – это устройства, предотвращающие прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям. ***Защитное заземление*** – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. ***Защитное отключение*** – это быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током. ***Зануление*** – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. ***Нулевой защитный проводник*** – это проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

Электрическое разделение сети – это разделение электрической сети на отдельные электрически не связанные между собой участки с помощью разделяющего трансформатора, под которым понимается специальный трансформатор, предназначенный для отделения приемника энергии от первичной электрической сети и сети заземления. ***Выравнивание потенциала*** – это метод снижения напряжений прикосновения ($U_{пр}$) и шага ($U_{ш}$) между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек. Под ***малым напряжением*** понимают номинальное напряжение не более 42 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током.

Рабочая изоляция – это электрическая изоляция токоведущих частей электроустановки, обеспечивающая ее нормальную работу и защиту от поражения электрическим током. ***Дополнительная изоляция*** – электрическая изоляция, предусмотренная дополнительно к рабочей изоляции для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции. ***Двойная изоляция*** – это электрическая изоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции. ***Усиленная изоляция*** – это улучшенная рабочая изоляция, обеспечивающая такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция.

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний. При оценке степени опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей ГОСТ 12.1.019 выделяет:

- род и величины напряжения и тока;
- частоту электрического тока;
- путь тока через тело человека;
- продолжительность воздействия электрического тока или электрического поля на организм человека;
- условия внешней среды.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Требования (правила и нормы) электробезопасности к конструкции и устройству электроустановок устанавливаются в стандартах Системы стандартов безопасности труда (ССБТ), а также в стандартах и технических условиях на электротехнические изделия.

Технические способы и средства, обеспечивающие электробезопасность, должны устанавливаются с учетом:

- номинального напряжения ($U_{ном}$), рода и частоты тока электроустановки;
- способа электроснабжения (от стационарной сети, от автономного или передвижного источника питания);
- режима нейтрали (средней точки) источника питания электроэнергией (изолированная, заземленная нейтраль);
- вида исполнения (стационарные, передвижные, переносные);
- условий внешней среды: особо опасные помещения, помещения с повышенной опасностью, помещения без повышенной опасности, на открытом воздухе (классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током определяется в соответствии с Правилами устройства электроустановок);
- возможности снятия напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых должны производиться работы;
- характер возможного прикосновения человека к элементам цепи тока: однофазное (однополюсное) прикосновение, двухфазное (двухполюсное) прикосновение; прикосновение к металлическим нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением;
- возможности приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на расстояние меньше допустимого или попадания в зону растекания тока;
- видов работ: монтаж, наладка, испытание, эксплуатация электроустановок, осуществляемых в зоне расположения электроустановок, в том числе в зоне воздушных линий электропередачи (ЛЭП).

Требования безопасности при эксплуатации электроустановок на производстве устанавливаются нормативно-технической документацией по охране труда, утверждаемой в установленном порядке, т. е. соответствующими правилами, инструкциями, нормами и т. п. Методы контроля выполнения требований электробезопасности предусматриваются соответствующей нормативно-технической документацией.

1.2. Действие электрического тока на человека

1.2.1. Современные представления о механизме электротравмирования

Основная опасность поражения электрическим током заключается в том, что у человека нет специальных органов чувств для обнаружения на расстоянии электрического тока. Последний не имеет запаха, цвета и действует бесшумно. Неспособность человека обнаруживать начало действия электрического тока приводит к тому, что персонал, работающий в электроустановках, не осознает возникающую опасность и не принимает своевременно необходимых защитных мер. Опасность электротравмирования усугубляется еще тем, что пострадавший не может оказать себе помощь. При неумелом оказании помощи может пострадать и тот, кто пытается помочь.

Действие электрического тока на организм человека носит сложный и разносторонний характер. Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, а также в нагреве до высоких температур других органов. Электролитическое действие тока выражается в разложении органических жидкостей (включая кровь), вызывая значительные нарушения их физико-химического состава. Биологическое действие тока проявляется в разложении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, вплоть до смертельного исхода [1, 2].

Электротравмы условно можно разделить на два вида: местные электротравмы и электрические удары.

Под ***местными электротравмами*** обычно понимают отчетливо выраженные местные нарушения целости тканей организма. Характерные виды местных электротравм – электрические ожоги, металлизация кожи, электроофтальмия и механические повреждения.

Ожоги бывают двух видов: токовый (контактный) и дуговой. Токовый ожог получается в результате контакта человека с токоведущей частью электроустановки. Токовые ожоги обычно возникают в электроустановках напряжением до 1 кВ и в большинстве случаев не имеют тяжелых последствий.

Дуговой ожог обусловлен воздействием на тело человека электрической дуги, обладающей высокой температурой и большой энергией. Такие ожоги возникают обычно в электроустановках напряжением выше 1 кВ и, как правило, носят тяжелый характер.

Электрические знаки (знаки тока или электрические метки) представляют собой четко очерченные пятна разного цвета (серого или бледно желтого) на поверхности кожи человека, подвергшегося действию тока. В большинстве случаев эти знаки имеют круглую или овальную форму с углублением в центре, являются практически безболезненными и их лечение заканчивается благополучно.

Металлизация кожи – это проникновение в ее верхние слои мельчайших частиц металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Пострадавший в месте поражения испытывает сильное раздражение кожи от присутствия на ней инородного тела и боль от ожога за счет теплоты занесенного в кожу металла. С течением времени болезненные ощущения исчезают.

Электроофтальмия – это воспаление наружных оболочек глаз, возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей (например, при наличии электрической дуги), которые поглощаются клетками организма и вызывают в них химические изменения.

Механические повреждения в результате резких, непроизвольных, судорожных сокращений мышц под воздействием тока, проходящего через тело человека, могут обусловить разрывы кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани, а также вывихи суставов и переломы костей. Эти травмы, как правило, требуют длительного лечения.

Электрический удар – это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током. Исход воздействия тока на организм при этом может быть различен – от судорожного сокращения мышц конечностей до прекращения работы сердца или легких, т. е. до смертельного поражения.

Электрические удары обычно подразделяются на четыре степени:

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранением работы органов дыхания и сердца;

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

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

Человек, находящийся в состоянии клинической смерти, не дышит, его сердце не работает, болевые раздражения не вызывают ответных реакций. Длительность клинической смерти определяется временем с момента прекращения сердечной деятельности и дыхания до начала гибели клеток коры головного мозга: в большинстве случаев она составляет 4–5 мин. В состоянии клинической смерти путем воздействия на органы дыхания и кровообращения возможно оживление умирающего организма.

После клинической смерти наступает биологическая смерть, т. е. необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур.

Основные причины смерти от электрического тока: прекращение работы сердца, прекращение работы сердца, прекращение деятельности органов дыхания, электрический шок.

Прекращение работы сердца при электротравме называется фибрилляцией, т. е. хаотическими и разновременными сокращениями волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает выполнять функции насоса, т. е. оно не в состоянии обеспечить движение крови по сосудам. В результате в организме нарушается кровообращение и, как следствие, прекращается доставка кислорода кровью из легких к тканям и органам, что и вызывает гибель организма.

Прекращение дыхания вызывается прямым и, в некоторых случаях, рефлекторным воздействием тока на мышцы грудной клетки, участвующие в процессе дыхания. Затруднение дыхания испытывается уже при переменном токе порядка нескольких миллиампер, при этом оно усиливается с ростом силы тока.

При длительном (несколько минут) воздействий такого тока наступает асфиксия (удушье) в результате недостатка кислорода и избытка углекислоты в организме. Дыхание останавливается также в результате кратковременного (несколько секунд) воздействия относительно большого тока (сотни миллиампер).

Электрический шок – это своеобразная тяжелая нервно-рефлекторная реакция в ответ на сильное раздражение электрическим током. Она сопровождается опасными расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т. п. Шоковое состояние может длиться различное время (от нескольких минут до суток), после чего наступает либо гибель организма в результате полного угасания жизненно важных функций, либо выздоровление после своевременного активного лечебного вмешательства.

Опасность воздействия электрического тока на человека зависит от приложенного к нему напряжения, сопротивления тела человека, силы тока, проходящего через тело, длительности его воздействия, пути прохождения, рода и частоты тока, индивидуальных свойств пострадавшего и целого ряда других факторов, включая факторы окружающей среды.

1.2.2. Электрические параметры тела человека

Сведения о характеристиках и оценках электрических параметров тела человека приводятся в ряде литературных источников [4, 6, 7, 8, 9 и др.], однако они существенно различаются по количественным показателям и в основном трактуют качественную сторону вопроса, по которой наблюдается определенное совпадений мнений специалистов.

Так, к примеру, общепризнано, что тело человека при электропоражении является проводником электрического тока. Различные ткани тела оказывают току разное сопротивление: кожа, кости, жировая ткань – большое; мышечная ткань, кровеносная система, спинной и головной мозг – малое. Наибольшим сопротивлением по сравнению с другими тканями обладает кожа и, главным образом, ее верхний слой, называемый эпидермисом.

Сопротивление тела человека, обычно принимаемое при расчетах равным 1 кОм, в действительности – величина переменная, зависящая от множества факторов, в том числе от состояния кожного покрова (целый или поврежденный, сухой или увлажненный, чистый или загрязненный токопроводящими компонентами), параметров электрической цепи (величины напряжения и тока, род и частота тока, длительность протекания тока и др.), состояния окружающей среды (влажность, температура, давление и т. п.), физиологических факторов (вес, возраст, степень усталости и др.)

Пороговые напряжения

Диапазоны абсолютных значений напряжений переменного тока 50 Гц, характерных для режима длительных воздействий (В):

начало раздражений – 1...30;
болевые ощущения – 3...58;
предел переносимости – 3...60.

Устойчивые уровни, т. е. диапазоны величин, отвечающие максимуму плотности распределения $P(U)$, построенного по результатам экспериментального исследования, оцениваются значениями (В):

начало раздражений – 6...8;

болевые ощущения – 12...16;

предел переносимости – 24...30.

Как видно из приведенных данных, каждой стадии физиологических ощущений соответствует вполне определенный устойчивый уровень значений напряжения, причем пороговая для каждой последующей стадии (по мере усиления раздражающего действия тока) равна примерно удвоенной пороговой величине для предшествующей стадии. Тем самым, наблюдается закономерность своеобразного «принципа удвоения», согласно которой пороговые напряжения для вышеуказанных стадий ощущений подчиняются соотношению 1:2:4.

Большинство исследователей оценивает величины напряжения, соответствующие пределу переносимости, на уровне 20–40 В. По данным МГГУ и ЮУрГУ, при напряжении порядка 40 В проходит специфическое для живой ткани явление по типу частичного пробоя кожного покрова.

Для постоянного тока устойчивый уровень величин напряжения, соответствующий пределу переносимости для режима длительных воздействий, оценивается значениями 55–85 В (в среднем 70 В).

Для режима кратковременных воздействий установлено, что пороговые значения напряжения переменного и постоянного тока возрастают по мере уменьшения длительности воздействия токов. Зависимости пороговых напряжений от длительности воздействия описываются формулой вида

$$U = a + bt^{-c}, \qquad (1.1)$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты.

Для пульсирующего (выпрямленного) тока при однофазном двухполупериодном выпрямлении (коэффициент пульсации 0,663) установлено, что в режиме длительных воздействий устойчивый уровень для предела переносимости оценивается примерным диапазоном 30–40 В, что ниже соответствующих данных для постоянного тока.

Для токов с фазовыми отсечками, характерных для электроустановок с тиристорной техникой, установлено, что они оказывают на организм человека более резкое физиологическое воздействие по сравнению с равными значениями переменного и постоянного токов.

Пороговые токи

Диапазоны абсолютных значений переменного тока 50 Гц, характерных для режима длительных воздействий (мА):

начало раздражений – 0,3...9,8;

болевые ощущения – 0,7...14,0;

предел переносимости – 1,1... 22,1.

Устойчивые уровни величин переменного тока 50 Гц для различных стадий ощущений оцениваются значениями (мА):

начало раздражений – 1,2...1,6;

болевые ощущения – 3...4;

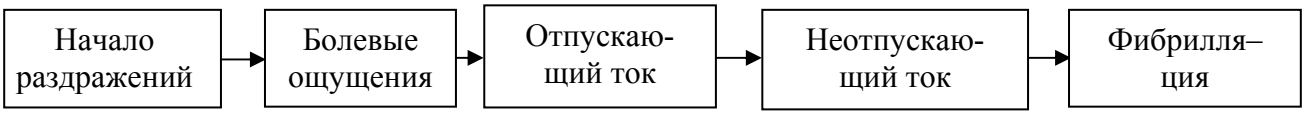
предел переносимости – 6...8.

Из приведенных данных видно, что значения устойчивого уровня, характеризующее определенную стадию ощущений, примерно в два раза превышает значение устойчивого уровня для предшествующей стадии, т. е. наблюдается тот же «принцип удвоения», который был установлен для пороговых напряжений.

С позиций достижения условий электробезопасности следует ориентироваться на пороговую величину отпускающего тока, так как ориентация на более высокие значения (неотпускающий ток) неприемлема, учитывая отсутствие гарантий безопасности при воздействии таких токов, особенно в условиях предприятия с повышенной влажностью и перепадами температуры окружающей среды, обстановкой наличия токопроводящей пыли, высокой степени концентрации металлических конструкций в ограниченном рабочем пространстве и т. п. В частности, это относится к условиям предприятий горнодобывающей, нефтехимической, текстильной, пищевой и других отраслей.

Если учитывать тяжелые условия производства (с позиций электробезопасности), то критериальными целесообразно считать значения тока по пути рука-рука, при которых человек испытывает болевые ощущения, но еще может самостоятельно освободиться от токоведущих частей, в контакт с которыми он вошел в момент несчастного случая. По данным МГГУ, такими значениями являются 6–7 мА.

Согласно результатам исследований МГГУ, совпадающим с мнением большинства специалистов, последовательность градаций стадий раздражения представляется следующей:



Показано, что количественные оценки первых трех градаций довольно четко подчинены соотношению 1:2:4. Полагая, что этому характеру соотношения подчинены последующие стадии раздражающего действия тока, можно считать, что значения неотпускающего тока равно удвоенному значению отпускающего тока. Можно считать, что это будут значения 12–14 мА, что соответствует мнению многих исследователей о именно такой оценке значений удерживающего (неотпускающего) тока.

Продолжая дальше использование «принципа удвоения», оценка значений токов фибрилляции составит 24–28 мА, что можно считать ориентиром для начальных пороговых токов фибрилляции. Эта оценка совпадает с результатами, полученными на основе исследований электрофизиологии сердца человека (примерно 25 мА).

Исследования МГГУ показали, что при амплитудных значениях напряжения U_m = 10–30 В форма кривой тока остается практически синусоидальной. Дефор-

мация кривой тока начинается в интервале значений и напряжения 30–40 В. Переменный фронт синусоиды заметно искажается, а амплитуда смещается в положение, характеризующееся угловым сдвигом более π/2. При амплитудных значениях напряжения U_m более 40 В с каждым полупериодом амплитудные значения тока увеличиваются.

Для режима длительных воздействий устойчивый уровень значений постоянного тока, соответствующий пределу переносимости, оценивается диапазоном 24–36 мА. Для данного режима можно считать, что предельно допустимые значения постоянного тока в 4–5 раз превышают соответствующие значения переменного тока.

Пульсирующий ток при однополупериодном выпрямлении примерно в 1,5 раза физиологически активнее переменного тока 50 Гц. Пульсирующий ток при двухполупериодном выпрямлении примерно в 3 раза физиологически активнее постоянного тока, но уступает (на 10%) переменному току 50 Гц.

В электрических сетях напряжением до 1200 В с изолированной нейтралью применяются устройства защитного отключения (УЗО), работающие на принципе наложения постоянного оперативного тока на рабочий переменный ток сети. В результате получается, что человек попадает под воздействие смешанного тока. Исследования МГГУ и ЮУрГУ показали, что пороговый смешанный ток зависит от соотношения переменного ($U_{пер}$) и постоянного ($U_{пост}$) напряжений:

$$K_н = U_{пер}/U_{пост}. \quad (1.2)$$

Изменение переменной составляющей смешанного тока ($I_{см.пер}$) описывается уравнением вида

$$I_{см.пер} = a + bK_н^{\,C}, \quad (1.3)$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты.

Анализ показал, что при $K_н \geq 3$ опасность электропоражения определяется практически только переменным напряжением.

По сравнению с переменным 50 Гц и пульсирующими токами токи с фазными отсечками являются более опасными, что должно быть учтено при эксплуатации прогрессивной тиристорной техники, разработке соответствующих УЗО и т. д.

Электрическое сопротивление тела человека

Диапазон абсолютных значений полного сопротивления тела человека ($Z_{чел}$), зарегистрированных в исследованиях МГГУ для режима длительных воздействий, составил 0,7–21,0 кОм. Устойчивые уровни величины $Z_{чел}$ для стадии- предел переносимости ограничены диапазоном 2,2–4,0 кОм.

В вопросе о характере зависимости $Z_{чел} = f(U)$ единство мнений специалистов отсутствует. Большинство специалистов считает, что эта зависимость описывается функцией вида

$$Z_{чел} = a \pm bU \pm cU^2, \quad (1.4)$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты.

Устойчивые уровни величины $Z_{чел}$, соответствующие стадии «предел переносимости» в режиме кратковременных воздействий, оцениваются значениями, показанные в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Значения сопротивления тела человека
при различной длительности воздействия переменного тока

Длительность, мс	Устойчивый уровень, кОм
200	1,9–3,2
100	1,85–3,0
50	1,75–2,8
25	1,7–2,6

В результате исследования МГГУ установлено, что для однотипной фиксированной ответной реакции организма значения $Z_{чел}$ при кратковременных воздействиях переменного тока оцениваются более низкими величинами, чем в режиме длительного воздействия.

Зависимости активной проводимости ($G_{чел}$) и емкости ($C_{чел}$) тела человека от приложенного напряжения описываются функциями вида

$$G_{чел}\ (C_{чел}) = a - bU + cU^2. \qquad (1.5)$$

Устойчивый уровень величин сопротивления тела человека постоянному току (т. е. омического сопротивления – $R_{ом}$) для стадии «предел переносимости» в режиме длительных воздействий оценивается диапазоном 1,8–3,3 кОм.

В режиме кратковременных воздействий устойчивые уровни величин $R_{ом}$, соответствующие стадии «предел переносимости», уменьшаются по мере уменьшения длительности воздействия постоянного тока.

Устойчивый уровень величин сопротивления тела человека пульсирующему току с двухполупериодным выпрямлением ($R_{пс}$) для режима длительных воздействий и стадии «предел переносимости» оценивается диапазоном 2,4–4,8 кОм. Тем самым, при одинаковых реакциях организма сопротивления тела человека пульсирующему току больше, чем переменному и постоянному токам. Следовательно, защитоспособные свойства организма человека при данном пульсирующем токе выше, чем при переменном и постоянном токах.

Зависимости сопротивления $R_{пс}$ и $R_{ом}$ от воздействующего напряжения описываются формулой вида

$$R_{пс}\ (R_{ом}) = (a + вU)^{-1}. \qquad (1.6)$$

Угол сдвига фаз

Соотношение активной и емкостной составляющих сопротивления $Z_{чел}$ характеризуется углом сдвига фаз (φ) между приложенным напряжением и током, протекающим через человека. Устойчивый уровень значений угла φ, соответствующий стадии «предел переносимости», для режима длительных воздействий оценивается диапазоном 12–23,5 градусов.

Исследования МГГУ позволили установить, что угол φ уменьшается при возрастании воздействующего напряжения переменного тока 50 Гц. Зависимость $\varphi = f(U)$ описывается функцией вида

$$\varphi = a \cdot \exp(-bU). \quad (1.7)$$

В режиме кратковременных воздействий при стадии «предел переносимости» угол φ изменяется во времени, уменьшаясь в течение периода протекания тока. Одновременно с эти углом φ уменьшается по мере длительности воздействия. Зависимость угла φ от воздействующего напряжения описывается функцией вида

$$\varphi = (a + bU)^{-1}. \quad (1.8)$$

Пороговые мощности

Устойчивый уровень величин полной мощности ($S_{\text{чел}}$), соответствующей стадии «предел переносимости», для режима длительных воздействий оценивается диапазоном значений 50–120 мВА.

В режиме кратковременных воздействий устойчивые уровни величин $S_{\text{чел}}$, соответствующие стадии «предел переносимости», возрастают по мере уменьшения длительности воздействия переменного тока 50 Гц.

Устойчивый уровень величин активной мощности ($P_{\text{чел}}$), соответствующий стадии «предел переносимости», для режима длительных воздействий оценивается диапазоном значений 1,35...2,95 Вт.

В режиме кратковременных воздействий устойчивые уровни величин Рчел, соответствующие стадии «предел переносимости», возрастают по мере уменьшения длительности воздействия переменного тока 50 Гц.

Энергия и импульс тока

В режиме длительных воздействий при стадии «предел переносимости» наиболее вероятные импульсы переменного (ВА·с) и постоянного тока (Вт·с) несколько снижаются по мере уменьшения длительности воздействия токов.

В режиме кратковременных воздействий при той же стадии раздражений устойчивые уровни величин импульса тока ($мА^2 \cdot с$) по мере уменьшения длительности воздействия оцениваются примерно одинаковыми значениями в диапазонах: для переменного тока – 49...52,5 $мА^2 \cdot с$, для постоянного тока – 470...530 $мА^2 \cdot с$. Учитывая известные погрешности измерений, можно считать, что в указанном режиме воздействий соблюдается условие $I^2t = \text{const}$.

1.2.3. Факторы, обусловливающие степень электропоражения

Путь тока

В литературе по вопросам электробезопасности разные специалисты производят оценку сравнительной опасности различных путей тока применительно к основным электрическим параметрам (напряжение, ток, сопротивление), что

обусловливает известное различие мнений и рекомендаций. Так, руководствуясь величинами тока, большинство специалистов считает, что путь тока – рука-рука (верхняя петля) более опасен, чем путь тока – нога-нога (нижняя петля). При руководстве величинами напряжений существует мнение, что путь тока по нижней петле либо равноопасен, либо более опасен, чем путь тока по верхней петле. Как видно из этого, налицо различие точек зрения об опасности разных путей тока.

Исследования МГГУ показали примерную равнозначность опасности путей тока по верхней и нижней петлям. Поэтому требования к защитным мероприятиям от напряжения прикосновения рекомендуется предусматривать на одном уровне с требованиями к защите от шагового напряжения.

Частота тока

Исследования МГГУ позволили внести уточнения и определенную ясность в оценки электрических параметров человек при воздействии токов в диапазоне частот 50 Гц–15 кГц.

С ростом частоты от 50 Гц до 800 Гц пороговые напряжения уменьшаются, при дальнейшем увеличении частоты до 15 кГц – возрастают.

Пороговые токи с ростом частоты от 50 Гц до 15 кГц (за исключением частоты 200 Гц) увеличиваются. Для частоты 200 Гц зарегистрирован наименьший пороговый ток, что показывает на повышенную опасность тока данной частоты. При частотах свыше 800 Гц наблюдается увеличение значений порогового тока: если в диапазоне частот 50-800 Гц пороговый ток колеблется в пределах 7–9 мА, то при частоте 1,4 кГц и выше он возрастает примерно в два раза и продолжает интенсивно нарастать с увеличением частоты.

Зависимость пороговых токов (мА) от частоты описывается функцией вида

$$I = K_{\text{ч}}\sqrt{F} \qquad (1.9)$$

где $K_{\text{ч}}$ – коэффициент, зависящий от условий воздействия тока и площади контакта с токоведущими частями (в среднем $K_{\text{ч}} = 0{,}44$).

С ростом частоты тока от 50 Гц до 6–9 кГц при неизменном пороговом напряжении сопротивления человека снижается (более чем в 3,5 раза) и стремится примерно к одинаковой для всех людей 600–800 Ом. С ростом напряжения прикосновения сопротивление человека достигает того же уровня. Указанный диапазон значений может считаться пределами внутреннего сопротивления человека, которое для всех людей колеблется незначительно, причем, чем выше частота тока, при меньшем напряжении прикосновения сопротивление человека достигает своеобразного предела на уровне 600–800 Ом.

С ростом частоты тока от 50 до 600 Гц угол сдвига фаз при стадии «предел переносимости» возрастает от 17,5 до 68 градусов. При дальнейшем увеличении частоты угол φ уменьшается. При частоте 6 кГц угол φ практически равен нулю.

Исследования ЮУрГУ показали, что при воздействии токов частотой 1–100 Гц для стадии «начало раздражений» наиболее активные в физиологическом отношении являются частоты 1 Гц и 7–8 Гц. Истолкование этих результатов изложено в [5].

Площадь контакта с токоведущими частями электроустановок

Экспериментальные исследования ряда специалистов показали, что при увеличении контактной поверхности (S) полное сопротивление человека $Z_{чел}$ уменьшается. Зависимости $Z_{чел} = f(S)$ описывается функцией вида

$$Z_{чел} = A / S^{n}, \qquad (1.10)$$

где A, n – постоянные величины для конкретного напряжения, определяемые по экспериментальным данным.

Вес человека

Исследования МГГУ показали, что зависимости величин тока (мА), полной мощности (В·А) и полной проводимости тела человека (мСм), соответствующих стадии «предел переносимости», от веса тела человека (кг) могут быть описаны функциями вида

$$I_{чел}\,(S_{чел},\, Y_{чел}) = a + b(G - 50), \qquad (1.11)$$

где a, $в$ – эмпирические коэффициенты.

Графическое представление функций (1.11) приведено на рис. 1.1.

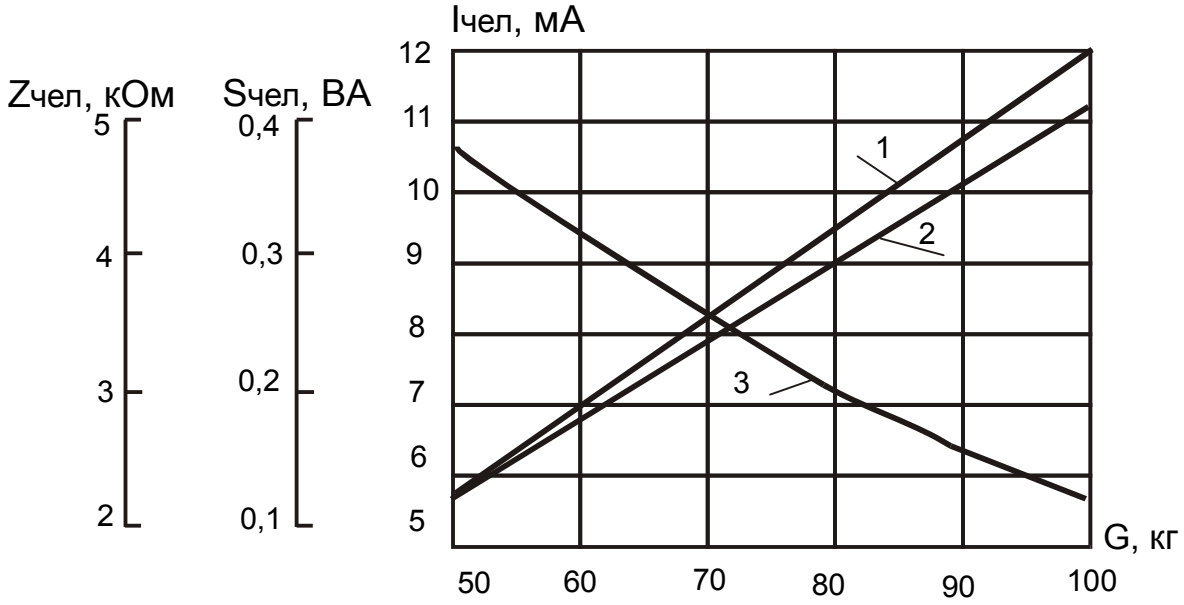


Рис. 1.1. Зависимости $I_{чел}$, $S_{чел}$, $Y_{чел}$ от массы человека

Возраст человека

Исследования МГГУ показали, что зависимости тока (мА), полной мощности (В·А) и полной проводимости тела человека (мСм) от возраста T(годы) могут быть описаны функциями вида

$$I_{чел}\,(S_{чел},\, Y_{чел}) = a - bT. \qquad (1.12)$$

Графическое представление функций (1.12) приведено на рис. 1.2.

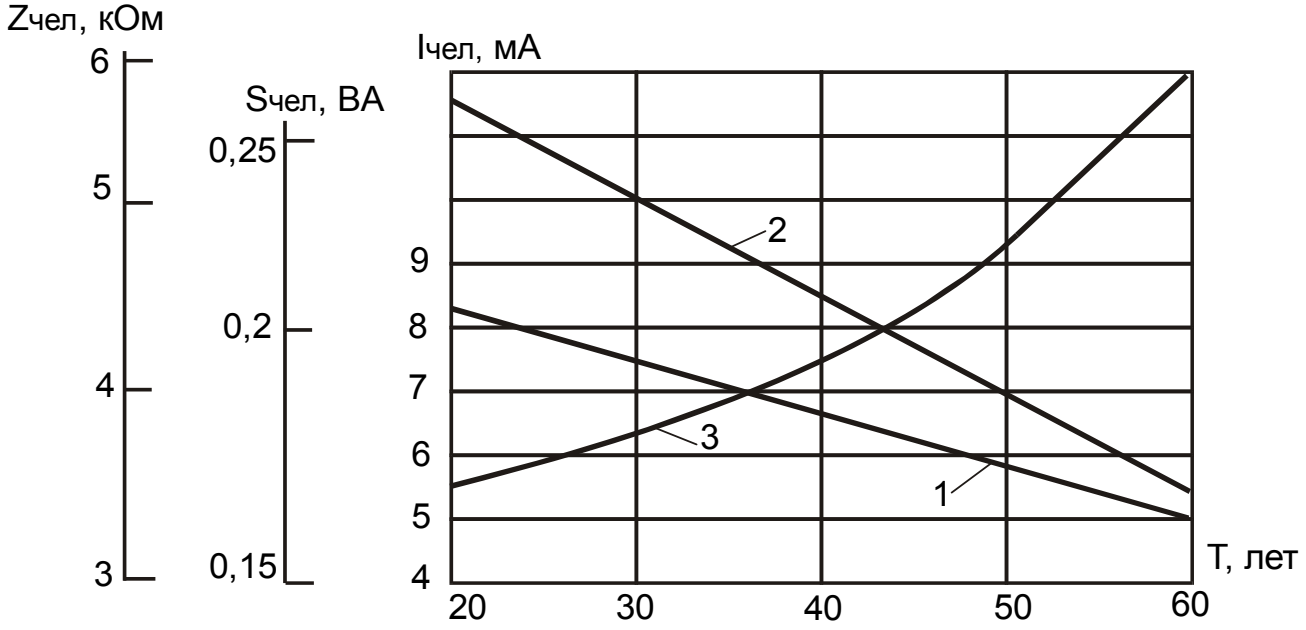


Рис. 1.2. Зависимости $I_{чел}$, $S_{чел}$, $Y_{чел}$ от возраста

В основе закономерностей характера возрастных функций лежат явления, связанные с изменением состояния кожных покровов с возрастом. У людей более старшего возраста кожный покров ладоней, как правило, толще, грубее, суше, т. е. обладает более высоким сопротивлением. Кроме того, не следует забывать и о таких изменениях состояния организма, происходящих с возрастом, как развитие склероза сосудистой системы, изношенность нервной системы и т. п. Все это логично согласуется с результатом выполненного исследования МГГУ.

Биологические циклы организма человека

В последние годы появился ряд публикаций, трактующий малоизученный вопрос о влиянии биоритмов на электротравматизм.

В соответствии с теорией биоритмов различают физический (продолжительность 23 дня), эмоциональный (продолжительность 28 дней) и интеллектуальный (продолжительность 33 дня) циклы. Эти циклы имеют положительную и отрицательную фазы, а переход от одной фазы к другой образует так называемый критический день. Именно в этот критический день физического цикла, как показали наблюдения, чаще всего происходят несчастные случаи. Такая же повышенная вероятность несчастных случаев проявляется в критический день эмоционального цикла, который чреват различными эмоциональными срывами. Критический день интеллектуального цикла сам по себе не считается столь важным, как два других, но если он совпадает с критическим днем другого цикла, то суммарный эффект увеличивается.

Методика расчета критических дней является несложной. Подсчитывается полное число дней жизни от дня рождения до первого дня рассматриваемого месяца. Полученное число делится на количество дней в каждом цикле: сначала на

23, потом на 28 и, наконец, на 33. Полученные в результате деления остатки определяют положение каждого из циклов на первый день месяца.

Количество критических дней в году для человека: 32 – по физическому циклу, 23 – по эмоциональному, 22 – по интеллектуальному. В течение года шесть раз бывают двойные критические дни и один раз тройной критический день. Удельный вес критических дней в масштабе года составляет около 20%.

Влияние биологических ритмов на уровень безопасности является новым аспектом психофизиологических причин электротравматизма, поэтому вызывает научный и практический интерес.

Влияние критических дней может считаться связанным с несчастными случаями, происшедшими по организационным причинам, устранение которых было в силах пострадавшего, например, невыполнение технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ (при этом предполагается, что пострадавший знал об этих мероприятиях и успешно применял их ранее).

Накопленный опыт учета биоритмов при расследовании случаев электропоражений подтверждает тезис о повышенной опасности в критические дни.

К примеру, на одном из предприятий черной металлургии произошел несчастный случай с электрослесарем К. при следующих обстоятельствах. Необходимо было произвести замену электроламп на деревянной опоре осветительной линии. После производства необходимых отключений электрослесарь К. поднялся на опору и при попытке приступить к работе был поражен электрическим током.

Электрослесарь К. закончил техническое училище, на предприятии проходил обучение и проверку знаний по технике безопасности.

В результате расследования данного несчастного случая было установлено, что при ведении работ не были выполнены технические мероприятия, обеспечивающие безопасность при выполнении ремонтных работ в электроустановках.

На рис. 1.3 представлены кривые биологических ритмов на момент несчастного случая (несчастный случай произошел 9 сентября 1976 г., пострадавший родился 23 ноября 1925 г.).

Рис. 1.3. Кривые биологических ритмов пострадавшего от несчастного случая

Согласно рис. 1.3, для физического и интеллектуального циклов день 9 сентября 1976 г. был критическим.

Этот, как и другие материалы расследования электропоражений, указывают на целесообразность учета биологических ритмов при организации работ в элек-

троустановках. Это позволит распространить теорию биоритмов на трудящихся промышленных предприятий. Для них должны быть подсчитаны биоритмы, критические циклы занесены в оперативный журнал выходов, перед нарядом трудящиеся будут предупреждены о критическом дне и т. д. Вся эта работа принесет несомненную пользу, предупреждая работников о бдительности и мобилизации на особо тщательное и внимательное соблюдение правил безопасности.

Температура окружающей среды

В условиях некоторых промышленных предприятий приходится считаться с условиями повышенной температуры окружающей среды (металлургическое производство, коммунальное хозяйство, горные предприятия и т. п.). При высокой температуре окружающей среды кожа нагревается и происходит усиленное потовыделение. Пот – хороший проводник электрического тока. Следовательно, работа в таких условиях усугубляет опасность воздействия электрического тока на человека. В связи с этим важно оценить влияние этого фактора на условия электробезопасности.

Исследования МГГУ показали, что зависимость полного и омического сопротивлений человека от температуры воздуха описываются функциями следующего вида:

при переменном токе

$$Z_{\text{чел}} = a - bt\ ; \tag{1.13}$$

при постоянном токе

$$R_{\text{ом}} = a_1 - b_1 t + ct^2, \tag{1.14}$$

где a, b, a_1, b_1, c – эмпирические коэффициенты; t – температура воздуха, °С.

Исследования МГГУ также показали, что при повышении температуры окружающей среды внутреннее сопротивление организма человека уменьшается.

С увеличением температуры воздуха возрастают значения токов для стадий начала раздражений и болевых ощущений. Зависимости значений токов от температуры воздуха описываются функциями вида

$$I = a + bt \tag{1.15}$$

Вышеприведенные данные убедительно доказывают, что повышенная температура увеличивает электробезопасность. Эти результаты позволяют уточнить классификацию производственных помещений по степени опасности электроэнергии и, как следствие, повысить технические требования к электрооборудованию и его эксплуатации.

Влажность и условия окружающей среды

Этот фактор неотъемлемо присущ условиям производства на целом ряде промышленных предприятий (химическое производство, горные предприятия, речной и морской флот и т. д.). Повышенная влажность окружающей среды призна-

ется в качестве фактора, ухудшающего условия электробезопасности, так как при увлажнении кожного покрова изменяются условия контактирования с токоведущими частями электроустановок.

Исследования МГГУ показали, что после предварительного увлажнения рук в течение 2 минут физиологическим раствором (1%-ный раствор NaCl) полное и омическое сопротивления тела человека уменьшаются в 2–2,5 раза. При влажном контакте пороговые токи для стадии «болевые ощущения» возрастают на 20–25%. Увлажнение контакта увеличивает площадь соприкосновения за счет наличия слоя электропроводящей жидкой среды, в результате чего цепь тока образуется практически по всей площади электрода и, как следствие, чтобы вызвать раздражение, свойственное условию сухого контакта, необходим большой ток. Кроме того, надо учитывать, что влага, попавшая на кожу, растворяет находящиеся в ней минеральные вещества и жирные кислоты, выведенные из организма вместе с потом и кожным салом, поэтому кожа становится более электропроводной.

В ряде случаев имеет место загрязнение кожи различными веществами, хорошо проводящими электрический ток, что снижает ее сопротивление. Люди с такой кожей подвержены большей опасности поражения электрическим током.

Микрофлора и атмосферное давление

В условиях промышленных предприятий приходится считаться с наличием в воздухе пыли, газов, паров, различных химических примесей. Это обусловливает снижение сопротивляемости организма к воздействию физических факторов, включая действие электрического тока. Поэтому при решении задачи ликвидации электротравматизма необходимо строго наблюдать санитарно-гигиенические требования, создавать на рабочих местах среду, обеспечивающую комфортные, высокопроизводительные условия труда и максимальную сопротивляемость организма неблагоприятным воздействиям, в том числе и электрическому току.

Промышленное производство может вестись в условиях как пониженного (высокогорье), так и повышенного атмосферного давления (глубокие шахты, рудники, карьеры и т. п.). Давление окружающего воздуха является одним из факторов, оказывающих влияние на чувствительность к электрическому току.

Исследования МГГУ показали, что при уменьшении барометрического давления полное сопротивление тела человека уменьшается, а пороговые токи при стадиях «начало раздражений» и «болевые ощущения» возрастают.

Объяснение этого явления заключается в том, что по мере уменьшения барометрического давления вследствие действия компенсаторных механизмов организма наступает усиление потоотделения и расширение кровеносных сосудов кожи. Это приводит к уменьшению сопротивления и емкости кожного покрова, что, в свою очередь, обусловливает перераспределение напряжений. Перепад напряжений особенно значителен в поверхностном слое кожи, в результате чего периферическая нервная система оказывается под большим потенциалом. При постоянстве поглощаемой энергии величина тока на единицу поверхности кожи

становится меньше. Для того чтобы вызвать реакции, соответствующие стадиям «начало раздражений» и «болевые ощущения», в данном случае необходим ток большей величины, что и подтверждено исследованиями МГГУ.

Индивидуальные и психофизиологические свойства организма

На исход электротравмы существенное влияние оказывают индивидуальные свойства и психофизиологическое состояние человека.

Многочисленными исследованиями установлено, что здоровые и физически крепкие люди легче переносят воздействие тока, чем больные и слабые. Повышенной восприимчивостью к электрическому току обладают лица, страдающие рядом заболеваний, в первую очередь болезнями кожи, сердечно-сосудистой системы, органов внутренней секреции, нервными и др.

В состоянии возбуждения нервной системы, депрессии и опьянения люди более чувствительны к электрическому току.

Механизм возникновения электротравм непосредственно связан с высшей нервной деятельностью человека и поэтому большое значение для исхода электротравм приобретает психологическая подготовленность человека к предстоящему воздействию тока. Это явление в литературе известно как «фактор внимания». Под этим подразумевается мобилизация воли, внимания человека на подавление ожидаемого воздействия, события, раздражения. Состояние напряженного внимания усиливает кровоснабжение центральной нервной системы, увеличивает или усиливает биотоки в организме. Расстроить биосистему автоматического регулирования при усиленном кровоснабжении и усиленной амплитуде биопотенциалов воздействием наружного напряжения в этом случае труднее, чем в обычном неподготовленном состоянии.

На величину протекающих токов влияет также физическое состояние человека. После нормальной и быстрой ходьбы электрическая проводимость человека увеличивается по сравнению с проводимостью в состоянии покоя. В случае контакта по путям нога–руки и нога–нога даже в состоянии покоя после предшествующей нормальной ходьбы наблюдается дальнейшее увеличение проводимости.

Значительное изменение проводимости тела человека (увеличение пороговых токов) происходит также под влиянием быстрых и глубоких дыхательных движений, кашля и речи.

В отдельных производственных помещениях возникают шум и вибрации, отрицательно действующие на весь организм человека: повышается кровяное давление, нарушается ритм дыхания. Эти факторы, а также недостаточное освещение ряда производств вызывают замедление психических реакций, понижают внимание, что играет не последнюю роль в ошибочных действиях персонала и приводит к авариям и несчастным случаям, в том числе к электротравмам.

1.2.4. Критерии электробезопасности

Несмотря на сложный характер зависимости исхода электропоражений от целого ряда факторов, точно учесть некоторые из которых весьма трудно, если вообще возможно, оставить применение безопасной электрической энергии,

эксплуатацию электроустановок вообще без нормируемых показателей безопасности нельзя. Именно поэтому вопрос о критериях электробезопасности продолжает оставаться в центре внимания. Прежде всего, критерии электробезопасности необходимы для правильного выбора параметров устройств защиты от электропоражений при их разработке и проектировании.

Критерием электробезопасности можно назвать меру оценки степени безопасности применения электрической энергии. Применительно к электробезопасности обычно говорят о первичных критериях, подразумевая под ними длительно допустимые напряжение и ток при случайном прикосновении с токоведущими частями, а также кратковременные допустимые напряжение и ток в зависимости от времени воздействия электричества на организм человека.

В настоящее время наблюдается четкая тенденция обеспечения электробезопасности с помощью защитных средств, ограничивающих напряжение прикосновения ($U_{пр}$) и шаговое напряжение ($U_{ш}$) до безопасных значений.

Анализ точек зрения различных специалистов по оценке значений напряжений, признаваемых в качестве допустимых или безопасных, не позволяет говорить о наличии единства мнений. Так, к примеру, ряд отечественных специалистов считает, что допустимое напряжение $U_{пр}$ для режима длительного воздействия переменного тока частотой 50 Гц оценивается значениями в пределах 20–40 В, а постоянного тока – 70–100 В.

Анализ нормативных установок ряда зарубежных стран и оказывает различие подходов к нормированию напряжения прикосновения, так как введены понятия о допустимом (Аргентина, Голландия, США, Швеция, Франция и другие страны) и безопасном напряжении (Англия, Бельгия, Испания, ЮАР, и другие страны). Поэтому нет совпадения количественных оценок этих напряжений: допустимое напряжение оценивается в пределах 50–150 В, безопасное напряжение – в пределах 20–59 В.

Для кратковременного режима воздействия также характерно различие нормативных установок допустимого напряжения $U_{пр}$. Наиболее жесткие нормы фигурируют в правилах США (правила AIIE).

В основе различия рекомендаций допустимых и безопасных напряжений $U_{пр}$ лежит разброс оценок токов и среднерасчетных величин сопротивления тела человека, т. е. принятие различных уровней обеспечения безопасности.

Применительно к токам в литературе по вопросам электробезопасности встречаются различные термины: опасный ток, смертельный ток, безопасный ток и т. п. Это вносит известную неопределенность и противоречивость в характеристики воздействия электрического тока на человека: термин опасный (или смертельный) ток характеризует в большей степени условия опасности, а не безопасности; термин безопасный ток звучит излишне категорично, так как при воздействии этого тока (особенно на чувствительные точки) не гарантируется абсолютная безопасность, и т. д. Кроме того, это практически качественные характеристики, так как нет взаимоувязки конкретного тока с длительностью его воздействия. Поэтому использование этих терминов должно сопровождаться не только количественными оценками токов, но и указаниями длительности их

воздействия. Более целесообразно применение термина допустимый ток, но и здесь обязательна взаимосвязь с временем режима воздействия.

Что касается конкретных оценок допустимых переменных токов частотой 50–60 Гц, то нормативные документы зарубежных стран не содержат единства рекомендаций: Англия –15–30 мА; ФРГ – 10–40 мА, (при длительности воздействия до 10 с; норматив VDE 0100); Италия – 22 мА; США – не менее 30 мА и т. д.

Как следствие различия этих оценок, в литературе по вопросам электробезопасности приводятся различные расчетные формулы по определению безопасных значений переменного тока (мА) при длительности воздействия до 3 с:

$I = a/t^{-1}$ (Англия, Франция, ЮАР);

$I = a/t$ (ФРГ);

$I = a + b/t$ (Международная электротехническая комиссия и союз производителей и распределения электрической энергии);

где a, b – эмпирические коэффициенты; t – длительность воздействия, с.

В электротехнических публикациях США встречается формула

$$t = \left(\frac{20}{I}\right)^{1,43}.$$

Для кратковременного предельно безопасного постоянного тока в литературе по вопросам электробезопасности встречаются формулы вида, аналогичного вышеприведенным.

Учитывая крайнюю необходимость первичных критериев электробезопасности, в России разработан стандарт (ГОСТ 12.1.038-82) на предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов через человека (табл. 1.2)

Таблица 1.2

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения (В) и токов через человека (мА)

Электро-установки	Норми–руемый параметр	Длительности воздействия, с						
		0,01–0,08	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	свыше 1,0
Переменный ток 50Гц	U	650	500	250	100	70	50	36
	I	650	500	250	100	70	50	6
Переменный ток 400 Гц	U	650	500	500	200	140	100	36
	I	650	500	500	200	140	100	8
Постоянный ток	U	650	500	400	250	230	200	40
	I	650	500	400	250	230	200	15

Как видно из табл. 1.2, расчетное сопротивление человека принято равным 1 кОм, а для переменного тока 50 Гц при длительностях в диапазоне 0,1–1 с соблюдается условие $I \cdot t = \text{const}$.

1.2.5. Электрические параметры человека при напряжении выше 1 кВ

Вопрос об электрических параметрах человека при напряжении выше 1кВ мало изучен, так как непосредственные измерения (исследования) на людях при таких при таких испытательных напряжениях невозможны.

В основу специальных исследований, выполненных МГГУ совместно с лабораторией экспериментальной физиологии по оживлению организма Академии медицинских наук, был положен метод дефибрилляции, использующий способность импульсного тока достаточно большой величины (единицы–десятки ампер) восстанавливать деятельность фибриллирующего сердца. Исследования проводились в клинических условиях. В качестве источника напряжения использовался дефибриллятор ДКИ-01, на выходных высоковольтных клеммах которого устанавливалось напряжение на уровне 3,5–7 кВ.

В результате исследований было установлено, что сопротивление тела человека по пути грудь–спина при воздействии напряжения выше 1 кВ длительностью до 10 мс зависит от протекающего через тело тока, а не от приложенного напряжения. Эта параметрическая зависимость описывается функцией вида

$$Z = a - bI, \tag{1.16}$$

где a, b – эмпирические коэффициенты.

Величина энергии (I^2t), поглощенной телом человека, зависит от напряжения. Эта зависимость описывается функцией вида

$$I^2t = a - bU + cU^2, \tag{1.17}$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты.

Результаты выполненных исследований позволили рекомендовать для режима кратковременного воздействия напряжения выше 1 кВ расчетную величину сопротивления тела человека по пути рука–рука на уровне 0,5 кОм.

Эта рекомендация позволяет уточнить методику определения допустимого напряжения прикосновения ($U_{пр}$) и шагового напряжения ($U_{ш}$).

Переходное сопротивление между ногой человека и землей ($R_{пер}$) и удельное сопротивление грунта ($R_г$) связаны примерным соотношением $R_{пер} \approx 3R_г$. Тогда для определения допустимых напряжений $U_{пр}$ и $U_{ш}$ в электроустановках напряжением выше 1 кВ при длительности воздействия 3–10 мс можно использовать формулы:

$$U_{пр} = \frac{120 + 0{,}36\rho_г}{\sqrt{t}}; \qquad U_{ш} = \frac{120 + 1{,}44\rho_г}{\sqrt{t}} \tag{1.18}$$

Формулы (1.18) показывают взаимосвязь напряжений $U_{пр}$ и $U_{ш}$ с длительным сопротивлением грунтов (пород) и длительностью воздействия напряжения выше 1 кВ.

1.3. Электрозащитные средства

Анализ производственного электротравматизма показывает, что многие случаи травмирования работающих в электроустановках происходят из-за неприменения ими средств защиты от поражения электрическим током и электрической дугой (электрозащитных средств).

К ***электрозащитным средствам*** относятся:

- изолирующие штанги всех видов (оперативные, измерительные, для наложения заземления);
- изолирующие и электроизмерительные клещи; указатели напряжения всех видов и классов напряжений (с газоразрядной лампой, бесконтактные, импульсные, с лампой накаливания и др.);
- бесконтактные сигнализаторы наличия напряжения;
- изолированный инструмент,
- диэлектрические перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие подставки;
- защитные ограждения (щиты, ширмы, изолирующие колпаки и накладки;
- переносные заземления;
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности труда при проведении испытаний и измерений в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, устройства для прокола кабеля, указатели повреждений кабелей и т. п.);
- плакаты и знаки безопасности;
- изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ под напряжением 110 кВ и выше, а также в электросетях до 1000 В (полимерные гибкие изоляторы, изолирующие лестницы, канаты, вставки телескопических вышек и подъемников, штанги для переноса и выравнивания потенциала, гибкие изолирующие покрытия и накладки и т. п.).

Наряду с указанными выше электрозащитными средствами при работах в электроустановках применяются также такие средства, как защитные очки, специальные рукавицы, сапоги, противогазы, каски, предохранительные монтерские пояса, страховочные канаты, монтерские когти, экранирующие комплекты (костюмы с головными уборами, обувью и рукавицами) и устройства (экраны) и т. д.

Эти средства являются вспомогательными и предназначены для индивидуальной защиты персонала от световых, тепловых, механических и других воздействий.

Изолирующие электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные.

Основными называются такие изолирующие электрозащитные средства, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки и которые позволяют работать на токоведущих частях, находящихся под напряжением (прикасаться к ним или работать на расстояниях до этих токоведущих частей менее допустимых).

К основным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся: изолирующие штанги всех видов, изолирующие

и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, устройства и приспособления для обеспечения безопасности труда при проведении испытаний и измерений в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, устройства для прокола кабеля, устройства для определения разности напряжений в транзите, указатели повреждений кабелей и т. п.).

К основным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, изолированный инструмент.

Дополнительными называют такие изолирующие электрозащитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения электрическим током, но дополняют основные средства защиты, а также служат для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага.

К дополнительным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся: диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, диэлектрические ковры, изолирующие подставки и накладки, изолирующие колпаки, штанги для переносных заземлений и выравнивания потенциалов.

К дополнительным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры, изолирующие подставки и накладки, изолирующие колпаки.

Изолирующими электрозащитными средствами следует пользоваться по их прямому назначению в электроустановках напряжением не выше того, на которое они рассчитаны и в строгом соответствии с действующими Правилами применения и испытания средств и испытания средств защиты, используемых в электроустановках (ППИСЗ).

Основные электрозащитные средства рассчитаны на применение в закрытых электроустановках. В открытых электроустановках и на воздушных линиях электропередачи их можно применять только в сухую погоду. В изморозь и при осадках пользоваться ими запрещается. На открытом воздухе в сырую погоду могут применяться только средства защиты специальной конструкции, предназначенные для работы в таких условиях.

При использовании основных электрозащитных средств достаточно применение одного дополнительного электрозащитного средства, за исключением случаев, оговоренных в ППИСЗ.

Выбор необходимых электрозащитных средств при эксплуатации электроустановок регламентируется ППИСЗ, «ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей» и другими нормативно-техническими документами, а также определяется местными условиями, с учетом требований этих документов.

Например, в соответствии с «ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей», работы в электроустановках напряжением выше 1000 В, выполняем на токоведущих частях и вблизи них без снятия напряжения, должны производиться с применением средств защиты для изоляции человека от токоведущих частей либо от земли. При изоляции человека от земли работы должны осуществляться в соответствии со специальными инструкциями или технологи-

ческими картами, в которых предусмотрены необходимые меры безопасности.

При работах в электроустановках напряжением до 1000 В без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них должны применяться следующие защитные средства ограждения:

- диэлектрические галоши или изолирующие подставки либо диэлектрические ковры;
- изолированный инструмент или диэлектрические перчатки (при отсутствии такого инструмента).

Перед каждым применением средства защиты персонал обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений, загрязнений и срок годности (по штампу).

Пользоваться средством защиты с истекшим сроком годности запрещается.

Все электрозащитные средства, применяемые в электроустановках, должны быть только заводского изготовления и отвечать требованиям действующих государственных стандартов или технических условий.

Изолирующие части электрозащитных средств должны быть выполнены из электроизоляционных материалов с устойчивыми диэлектрическими свойствами (стеклоэпоксифенольные, бумажно-бакелитовые трубки и т. п.).

Изолирующая часть электрозащитных средств со стороны рукоятки ограничивается кольцами или упором из электроизоляционного материала.

Наружный диаметр ограничительного кольца электрозащитных средств для электроустановок напряжением выше 1000 В должен превышать наружный диаметр рукоятки не менее чем на 10 мм.

У электрозащитных средств для электроустановок до 1000 В (кроме изолированного инструмента) высота кольца или упора должна быть не менее 3 мм.

При использовании электрозащитных средств запрещается прикасаться к их изолирующей части за ограничительным кольцом или упором, а также к рабочей части.

Размеры рабочей части штанг и указателей напряжения не нормируются, однако они должны быть такими, чтобы при работе с ними в электроустановках исключалась возможность междуфазного короткого замыкания или замыкания на землю.

Материалы, поглощающие влагу (бумажно-бакелитовые трубки, дерево и т. п.), должны быть покрыты влаготрещиностойким лаком и иметь гладкую наружную и внутреннюю поверхности без трещин, расслоений и царапин.

При повреждении лакового покрова или других неисправностях электрозащитных средств, они должны изыматься из эксплуатации. Их следует отремонтировать и испытать.

В электроустановках напряжением выше 1 кВ и до 35 кВ включительно изолирующими штангами (кроме измерительных), переносными заземлениями, штангами-пылесосами, клещами изолирующими и электроизмерительными и указателями напряжения необходимо пользоваться в диэлектрических перчатках. Применение перчаток в электроустановках 110 кВ и выше определяется правилами техники безопасности и местными условиями.

При работах с измерительными штангами применение диэлектрических перчаток не обязательно.

1.4. Технические способы обеспечения безопасности эксплуатации электроустановок

1.4.1. Анализ безопасности электроустановок

Анализ опасности электропоражения практически сводится к определению значения тока, протекающего через тело человека в различных условиях, в которых он может оказаться при эксплуатации электроустановок, или напряжения прикосновения. Опасность поражения зависит от целого ряда факторов: схемы включения человека в электрическую цепь, напряжения сети, схемы самой сети, режима ее нейтрали, степени изоляции токоведущих частей от земли, емкости токоведущих частей относительно земли и т. п.

При прикосновении к фазному проводу величина тока через тело человека в трехфазной сети, прежде всего, зависит от режима нейтрали источника питания. Нейтралью (или нейтральной точкой) называется точка соединения обмоток питающего трансформатора (генератора). Нейтраль источника питания может быть изолированная или заземленная.

Изолированной называется нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через большое сопротивление (приборы сигнализации, измерения, защиты, заземляющие дугогасящие реакторы). Заземленной называется нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (например, через трансформаторы тока).

Выбор схемы сети, а, следовательно, и режима нейтрали источника питания производят исходя из технологических требований и условий безопасности.

По технологическим требованиям при напряжении до 1 кВ практическое предпочтение отдается двум схемам трехфазных сетей: трехпроводной с изолированной нейтралью и четырехпроводной с заземленной нейтралью. В условиях промышленных предприятий наибольшее распространение имеет четырехпроводная сеть, позволяющая использовать два рабочих напряжения – линейное и фазное. Так, четырехпроводная сеть 380 В позволяет осуществлять питание как силовой, так и осветительной нагрузки. При этом электроустановка является достаточно выгодной в экономическом отношении, т.к. применяется меньшее число трансформаторов, обеспечивается меньшее сечение проводов и т. п.

По условиям безопасности выбор схемы сети производят, руководствуясь положением: по условиям прикосновения к фазному проводу в период нормального режима работы сети более безопасной является сеть с изолированной нейтралью, а в аварийный период – сеть с заземленной нейтралью.

В связи с этим сети изолированной нейтралью целесообразно применять в условиях, когда есть возможность поддерживать высокий уровень сопротивления изоляции сети и когда емкость сети относительно земли относительно невелика. Примером могут служить передвижные электроустановки, мало разветв-

ленные сети небольших предприятий. При выполнении ряда требований: постоянный контроль состояния изоляции электроустановок, компенсация их емкости относительно земли, применение устройств защитного отключения, высокий уровень постоянного надзора квалифицированного персонала и т. д. – режим изолированной нейтрали может применяться в условиях предприятий взрывоопасных производств (подземные горные работы, объекты нефтегазовой промышленности и др.).

Сети с заземленной нейтралью применяют там, где затруднительно обеспечить высокий уровень сопротивления изоляции электроустановок или нельзя быстро отыскать и устранить повреждения изоляции, когда емкостные токи сети вследствие значительной ее разветвленности достигают больших значений, опасных для жизни человека. К таким сетям относятся городские распределительные сети, разветвленные сети крупных промышленных предприятий.

По степени надежности сети с разными режимами нейтрали примерно равнозначны.

При напряжении выше 1 кВ вплоть до 35 кВ сети по технологическим причинам имеют изолированную нейтраль, а при напряжении выше 35 кВ – заземленную. Обычно сети напряжением выше 1 кВ имеют большую емкость относительно земли, поэтому для человека одинаково опасны прикосновения к токоведущим частям как в сетях с изолированной нейтралью, так и в сетях с заземленной нейтралью. Поэтому режим нейтрали сетей напряжением выше 1 кВ по условиям безопасности не выбирается.

Схемы включения человека в электрическую цепь могут быть разными. Наиболее характерными являются две схемы включения: между двумя фазами сети, между одной фазой и землей. Возможно прикосновение к заземленным нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением, а также включение человека под шаговое напряжение.

Под двухфазным прикосновением понимается одновременное прикосновение к двум фазам электроустановки, находящейся под напряжением (рис. 1.4).

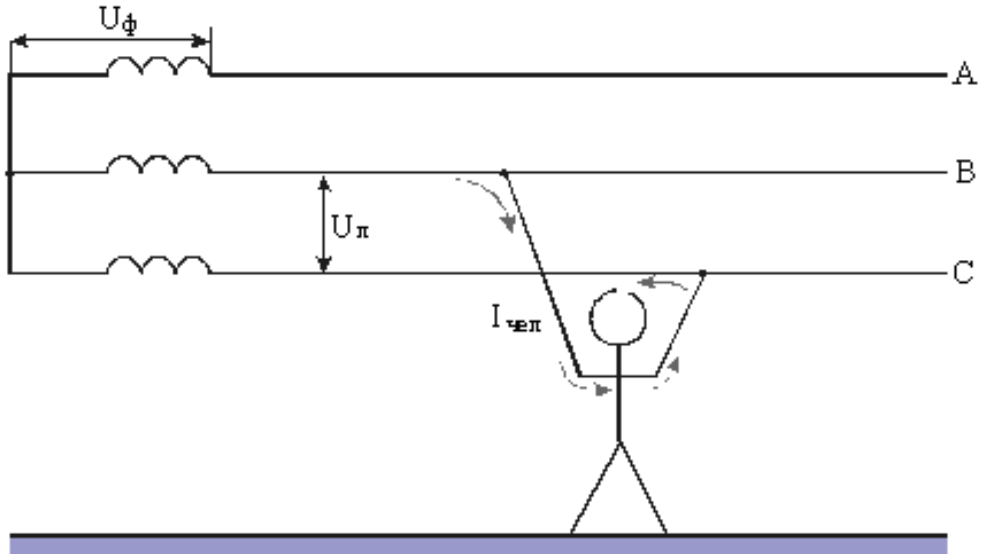


Рис. 1.4. Двухфазное включение человека в электрическую цепь

Двухфазное прикосновение является опасным. Ток, проходящий через тело человека по одному из самых опасных для организма путей (рука – рука), зависит от прикладываемого к телу человека напряжения, равного линейному напряжению сети, и от сопротивления тела человека:

$$I_{\text{чел}} = U_{\text{л}}/R_{\text{чел}}, \qquad (1.19)$$

где $U_{\text{л}}$ – линейное напряжение, т. е. напряжение между фазными проводами; $R_{\text{чел}}$ – сопротивление тела человека.

В сети с линейным напряжением 380 В при сопротивлении тела человека $R_{\text{чел}} = 1000$ Ом ток, проходящий через тело человека, будет равен:

$$I_{\text{чел}} = \frac{380}{1000} = 0{,}38 \text{ А} = 380 \text{ мА}.$$

Ток такой величины для человека, безусловно, смертельно опасен.

Так как при двухфазном прикосновении ток, проходящий через тело человека, практически не зависит от режима нейтрали сети, то такое прикосновение одинаково опасно как в сети с изолированной, так и с заземленной нейтралью (при условии равенства линейных напряжений этих сетей).

Случаи двухфазного прикосновения происходят довольно редко по сравнению с однофазными прикосновениями, под которыми понимаются прикосновения к одной фазе, находящейся под напряжением. Однофазное прикосновение менее опасно, т.к. напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного. Соответственно меньше и ток, проходящий через тело человека. Кроме того, на этот ток оказывают влияние режим нейтрали источника питания, сопротивление изоляции проводов (фаз) сети относительно земли, сопротивление пола или основания, на котором стоит человек, сопротивление его обуви и другие факторы.

В сети с изолированной нейтралью (рис. 1.5) ток, проходящий через тело человека в землю, возвращается к источнику питания через изоляцию проводов сети.

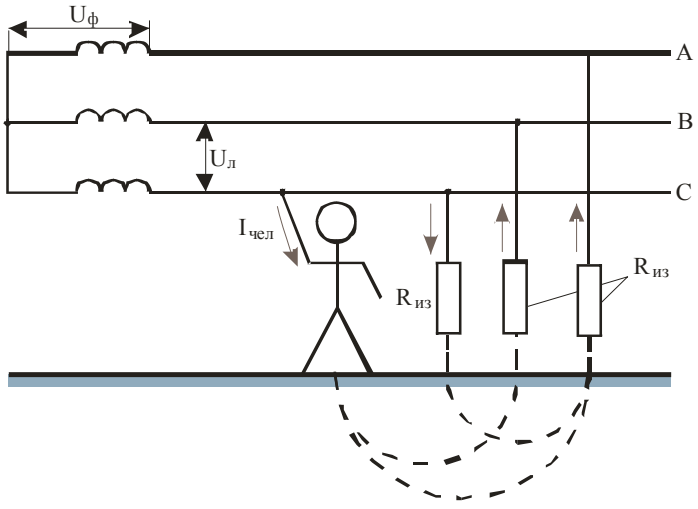


Рис. 1.5. Однофазное включение человека
в электрическую цепь

Если сеть находится в исправном состоянии, то сопротивление изоляции токоведущих элементов (проводов) достаточно высокое.

С учетом сопротивлений обуви $R_{об}$ и пола или основания $R_{п}$, на котором стоит человек, включенных последовательно с сопротивлением тела человека $R_{чел}$, ток, проходящий через тело человека, определяется уравнением:

$$I_{чел} = \frac{U_{ф}}{R_{чел} + R_{об} + R_{п} + \frac{R_{из}}{3}}, \qquad (1.20)$$

где $U_{ф}$ – фазное напряжение сети, В; $R_{из}$ – сопротивление изоляции одной фазы сети относительно земли, Ом.

При наиболее неблагоприятном случае, когда человек имеет проводящую ток обувь и стоит на токопроводящем полу, т. е. при $R_{об} = 0$ и $R_{п} = 0$, выражение (1.20) имеет вид:

$$I_{чел} = \frac{U_{ф}}{R_{чел} + \frac{R_{из}}{3}}. \qquad (1.21)$$

Для этого случая в сети с фазным напряжением $U_{ф} = 220$ В и сопротивлением изоляции фазы $R_{из} = 90$ кОм при $R_{чел} = 1$ кОм ток, проходящий через человека, будет равен:

$$I_{чел} = \frac{0{,}22}{1 + 30} = 0{,}007 \text{ А} = 7 \text{ мА}.$$

Этот ток близок к предельно допустимому значению тока в соответствии с ГОСТ 12.1.038-82. Как видно из выражений (1.20) и (1.21), величина тока, проходящего через тело человека, существенно зависит от уровня сопротивления изоляции сети: чем оно выше, тем меньше ток и, как следствие, тем выше уровень электробезопасности.

В сети с заземленной нейтралью (рис. 1.6) цепь тока, проходящего через тело человека, включает в себя сопротивления тела человека, его обуви, пола или основания, а также сопротивление заземления нейтрали источника питания. С учетом указанных сопротивлений ток, проходящий через тело человека, определяется из выражения:

$$I_{чел} = \frac{U_{ф}}{R_{чел} + R_{об} + R_{п} + R_{0}}, \qquad (1.22)$$

где R_0 – сопротивление заземления нейтрали источника питания, Ом.

При наиболее неблагоприятных условиях, когда человек, прикоснувшийся к фазе, имеет на ногах токопроводящую обувь – сырую или подбитую металлическими гвоздями, стоит на сырой земле или на проводящем основании – металлическом полу, на заземленной металлоконструкции, т. е. когда $R_{об} = 0$ и $R_{п} = 0$, ток, проходящий через тело человека, определяется уравнением

$$I_{чел} = \frac{U_{ф}}{R_{чел} + R_{0}}. \qquad (1.23)$$

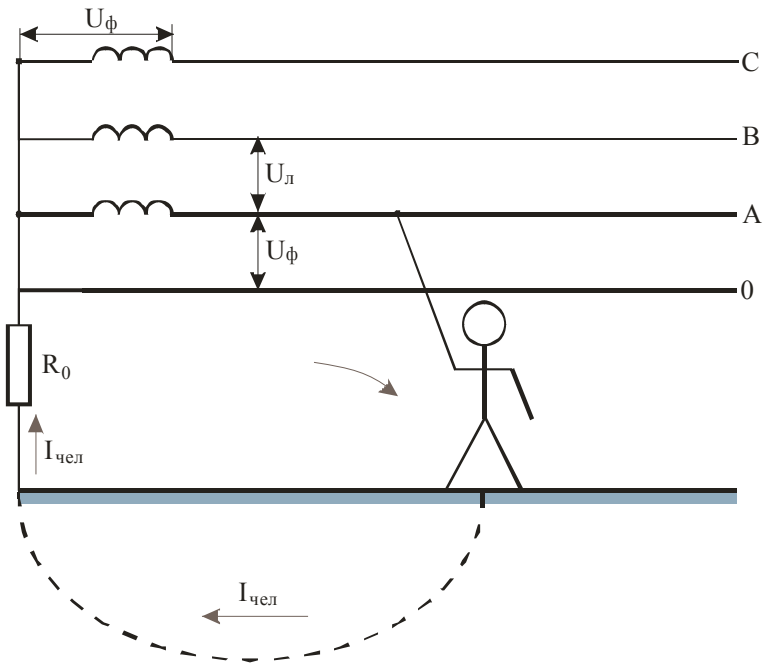


Рис. 1.6. Однофазное включение человека в сети
с заземленной нейтралью

Так как сопротивление заземления нейтрали R_0 обычно во много раз меньше сопротивления $R_{чел}$, то им можно пренебречь. Тогда

$$I_{чел} = U_ф/R_{чел}. \quad (1.24)$$

При этих условиях однофазное прикосновение, несмотря на меньший ток, весьма опасно. Так, в сети с фазным напряжением $U_ф$ = 220 В при $R_{чел}$ = 1 кОм ток, проходящий через тело человека, будет иметь значение:

$$I_{чел} = 0{,}22/1 = 0{,}22 \text{ А} = 220 \text{ мА}.$$

Такой ток смертельно опасен для человека.

Если человек имеет на ногах непроводящую обувь (например, сухие резиновые галоши) и стоит на изолирующем основании (например, на деревянном полу), то

$$I_{чел} = \frac{0{,}22}{1+45+100} = 0{,}0015 \text{ А} = 1{,}5 \text{ мА},$$

где 45 – сопротивление обуви человека, кОм; 100 – сопротивление пола, кОм.

Значение такого тока не опасно для человека.

Из приведенных данных видно, что для работающих в электроустановках большое значение имеют изолирующие полы и непроводящая ток обувь.

Сравнение степени безопасности, обеспечиваемой в сетях с разным режимом нейтрали, показывает, что при прочих равных условиях прикосновение человека к одной фазе сети с изолированной нейтралью менее опасно, чем в сети с заземленной нейтралью. Этот вывод справедлив лишь для нормальных (безаварий-

ных) условий работы сетей, при наличии сравнительно небольшой емкости относительно земли.

В случае аварийного режима, когда одна из фаз замкнута на землю, сеть с изолированной нейтралью может оказаться более опасной. Объяснение этого заключается в том, что в сети с изолированной нейтралью напряжение неповрежденных фаз относительно земли может возрасти с фазного до линейного, в то время как в сети с заземленной нейтралью повышения напряжения обычно незначительны.

В условиях крупных промышленных предприятий электрические сети являются достаточно разветвленными и протяженными, обладая значительной емкостной проводимостью между фазами и землей. В этом случае опасность прикосновения человека к одной и двум фазам практически одинакова. Каждое из таких прикосновений является опасным, т.к. ток, проходящий через тело человека, достигает высоких значений.

Более подробное рассмотрение сравнения степени безопасности сетей с разным режимом нейтрали приведено в [12].

Что касается опасности поражения в результате воздействия шагового напряжения, то напомним, что под последним понимается напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек. Величина шага обычно принимается равной 0,8 м.

Шаговое напряжение возникает вокруг места перехода тока от поврежденной электроустановки в землю. Наибольшая величина будет около места перехода, наименьшая – на расстоянии более 20 м, т. е. за пределами, ограничивающими поле растекания тока в грунте.

На расстоянии 1 м от заземлителя падение напряжения составляет около 70% полного напряжения, на расстоянии 10 м – около 90%, на расстоянии 20 м потенциалы точек настолько малы, что практически могут быть приняты равными нулю. Такие точки поверхности почвы считаются находящимися вне зоны растекания тока, и называются «землей».

Опасность напряжения шага увеличивается, если человек, подвергшийся его воздействию, падает. В этом случае напряжение шага возрастает, т.к. путь тока проходит уже не через ноги, а через все тело.

Случаи поражения людей из-за воздействия напряжения шага относительно редки. Они могут произойти, например, вблизи упавшего на землю провода (в такие моменты до отключения линии нельзя допускать людей на близкое расстояние к месту падения провода). Наиболее опасны напряжения шага при ударе молнии.

Оказавшись в зоне шагового напряжения, выходить из нее следует небольшими шагами (вплоть до приставления ноги к ноге – пятка к носку) в сторону, противоположную месту предполагаемого замыкания на землю и, в частности, лежащего на земле провода.

1.4.2. Защитное заземление

Под защитным заземлением понимается преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Заземление частей электроустановки и корпусов электрооборудования, не находящихся под напряжением – одна из наиболее распространенных мер защиты в сетях с изолированной нейтралью при напряжении до 1 кВ и в сетях напряжением выше 1 кВ вне зависимости от режима работы нейтрали источника питания. Оно защищает от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим корпусам оборудования, металлическим конструкциям электроустановок, которые вследствие повреждений электрической изоляции оказываются под напряжением.

Суть заземления заключается в том, что все конструкции из металла, т. е. корпуса электроприемников и электропроводящие предметы, на которых может оказаться напряжение из-за повреждения изоляции, должны заземляться через малое сопротивление. Это сопротивление должно быть во много раз меньше, чем сопротивление тела человека. В случае замыкания на корпус основная часть тока проходит через землю, а ток, проходящий через тело человека, будет допустимым.

Как видно из рис. 1.7, при замыкании ток $I_з$ пойдет по обеим параллельным ветвям и распределится между ними обратно пропорционально их сопротивлениям. Поскольку сопротивление цепи человек–земля во много раз больше сопротивления цепи корпус–земля, ток I_h, проходящий через тело человека, значительно снизится.

Под замыканием на корпус (электрическое замыкание на корпус) понимают случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетоковедущими частями электроустановки. Замыкание на корпус может быть результатом случайного касания токоведущей части корпуса машин, повреждения изоляции, падения провода, находящегося под напряжением, на нетоковедущие металлические части и т. п.

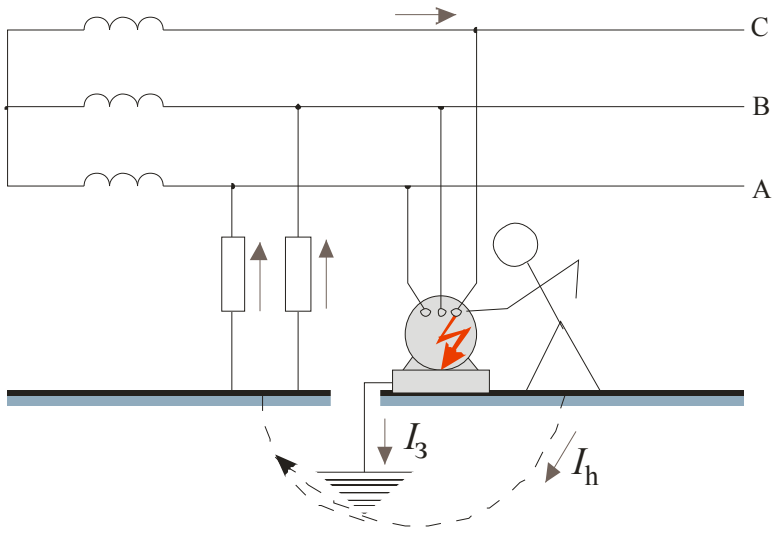


Рис. 1.7. Принцип действия заземления

Заземляющим устройством называется совокупность конструктивно объединенных заземляющих проводников и заземлителя.

Заземление (как и зануление) электроустановок следует выполнять:

- при напряжении 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока во всех случаях;
- при номинальных напряжениях от 42 В до 380 В переменного тока и от 110 В до 440 В постоянного тока при эксплуатации этих установок в условиях с повышенной опасностью и особо опасных.

Заземление (как и зануление) электроустановок можно не выполнять при номинальных напряжениях до 42 В переменного тока и до 110 В постоянного тока кроме электроустановок во взрывоопасных зонах любого класса.

В качестве естественных заземлителей могут быть использованы:

1) проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючей жидкости, горючих или взрывчатых газов и смесей, а также трубопроводов, снабженных защитой от коррозии;

2) обсадные трубы скважин;

3) металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей;

4) металлические шпунты гидротехнических сооружений, водоводы, затворы и т. п.;

5) свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле. Алюминиевые оболочки кабелей не используются в качестве естественных заземлитетей.

Если оболочки кабелей служат единственными заземлителями, то в расчете заземляющих устройств они должны учитываться при количестве кабелей не менее двух;

6) заземлители опор воздушных ЛЭП, присоединенные к заземляющим устройствам электроустановки при помощи грозозащитного тросса линии, если он не изолирован от опор линии;

7) нулевые провода воздушных ЛЭП напряжением до 1 кВ с повторными заземлителями при количестве линий не менее двух;

8) рельсовые пути магистральных неэлектрифицированных железных дорог и подъездные пути при наличии преднамеренного устройства перемычек между рельсами.

При использовании железобетонных фундаментов промышленных зданий и сооружений в качестве естественных заземлителей и обеспечении допустимых напряжений прикосновения не требуется сооружение искусственных заземлителей, прокладка выравнивающих полос снаружи зданий и выполнение магистральных проводников заземления внутри здания. Металлические и железобетонные конструкции при использовании их в качестве заземляющих устройств образуют непрерывную электрическую цепь по металлу, а в железобетонных конструкциях должны предусматриваться закладные детали для присоединения электрического и технологического оборудования.

Характерными особенностями зданий и сооружений современных промышленных предприятий являются их большие размеры в плане и существенное

заглубление железобетонных фундаментов по всей их площади. На фундаменты опираются металлические и железобетонные колонны, связанные между собой металлическими и продольными балками, имеющими большие поперечные сечения и длину. Насыщенность современных промышленных зданий металлическими и железобетонными конструкциями с низким сопротивлением растеканию тока позволяет в ряде случаев полностью отказаться от сооружения искусственных заземлителей. Опыт успешного применения железобетонных конструкций в качестве заземлителей отмечен на целом ряде предприятий, в том числе на ВАЗе и КАМАЗе.

Для искусственных заземлителей следует применять сталь. Искусственные заземлители не должны иметь окраски. Наименьшие размеры стальных искусственных заземлителей:

- диаметр круглых (прутковых) заземлителей, мм:
  неоцинкованных 10
  оцинкованных 6
- сечение прямоугольных заземлителей, мм^2 48
- толщина прямоугольных заземлителей, мм^2.....4
- толщина полок угловой стали, мм 4

Сечение горизонтальных заземлителей для электроустановок напряжением выше 1 кВ выбирается по термической устойчивости (исходя из допустимой температуры нагрева 400°С).

В случае опасности коррозии заземлителей должно выполняться одно из следующих мероприятий:

- увеличение сечения заземлителей с учетом расчетного срока их службы;
- применение оцинкованных заземлителей;
- применение электрической защиты.

В качестве искусственных заземлителей рекомендуются заземлители из электропроводящего бетона.

К частям электроустановок подлежащим заземлению (или занулению) относятся:

1) корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т. п.;

2) приводы электрических аппаратов;

3) вторичные обмотки измерительных трансформаторов;

4) каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемные или открывающиеся части, если на последних установлено электрооборудование напряжением более 42 В переменного тока или более 110 В постоянного тока;

5) изготовленные из металла конструкции распределительных и кабельных устройств, кабельные соединительные муфты, оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, оболочки проводов, рукава и трубы электропроводки, кожухи и опорные конструкции шинопроводов, лотки, короба, струны и полосы, на которых укреплены кабели с заземленной (или зануленной) металлической обо-

лочкой или броней, а также другие металлические конструкции, на которых устанавливается электрооборудование;

6) металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением до 42 В переменного тока и до 110 В постоянного тока, проложенных на общих металлических конструкциях, в том числе в трубах, коробах, лотках и т. п., вместе с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежат заземлению (или занулению);

7) металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;

8) электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

Не требуется преднамеренно заземлять (или занулять):

1) корпуса электрооборудования, аппаратов и электромонтажных конструкций, установленных на заземленных (или зануленных) металлических конструкциях, распределительных устройствах, на щитах, шкафах, щитках, станинах станков, машин и механизмов, при условии надежного электрического контакта с заземленными (или зануленными) основаниями;

2) конструкции при условии надежного контакта между ними и установленным на них заземленным (или зануленным) оборудованием. При этом указанные конструкции не используют для заземления (или зануления) установленного на них оборудования;

3) арматуру изоляторов всех типов, оттяжек, кронштейнов и осветительной арматуры при установке их на деревянных опорах воздушных ЛЭП или на деревянных конструкциях открытых подстанций, если это не требуется по условиям защиты от атмосферных перенапряжений.

Однако при прокладке кабеля с металлической заземленной оболочкой или неизолированного заземляющего проводника на деревянной опоре перечисленные части, расположенные на этой опоре, должны быть заземлены (или зануле-ны);

4) съемные или открывающиеся части металлических каркасов камер распределительных устройств, шкафов, ограждений и т. п., если на съемных (открывающихся) частях не установлено электрооборудование или если напряжение установленного электрооборудования не более 42 В переменного тока и 110 В постоянного тока;

5) корпуса электроприемников с двойной изоляцией;

6) металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены, перекрытия и другие подобные детали, в том числе ответвительные коробки размером до 100 мм^2, кабели или изолированные провода, прокладываемые по стенам, перекрытиям и другим элементам строений.

Для заземления электроустановок различных назначений и напряжений, территориально приближенных одна к другой, рекомендуется устраивать одно общее заземляющее устройство. Для объединения заземляющих устройств различных электроустановок в одно общее используют все имеющиеся в наличии естественные, в особенности протяженные, заземляющие проводники. Заземляющее

устройство, используемое для заземления электроустановок одного или различных назначений и напряжений, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок: по защите людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции, по условиям режима работы сетей, по защите электрооборудования от перенапряжений и т. д.

Соединения заземляющих проводников между собой должны обеспечивать надежный контакт и выполняться посредством сварки. В помещениях и в наружных установках без агрессивных сред допускается соединять заземляющие проводники другими способами, предусмотренными соответствующим ГОСТ, с обеспечением мер против ослабления и коррозии контактных соединений.

Соединения заземляющих проводников электропроводок и воздушных линий должны выполнять те же люди, что и при работе с фазными проводниками. При этом соединения должны быть доступны для осмотра.

Места и способы соединения заземляющих проводников с протяженными естественными заземлителями (например, с трубопроводами) должны быть выбраны такими, чтобы при разъединении заземлителей для ремонтных работ было обеспечено расчетное значение сопротивления заземляющего устройства. Водомеры, задвижки и т. п. должны иметь обходные проводники, обеспечивающие непрерывность цепи заземления.

Присоединение заземляющих проводников к частям оборудования, подлежащим заземлению, должно быть выполнено сваркой или болтовым соединением. Присоединение должно быть доступно для осмотра.

Заземление оборудования, подвергающегося частому демонтажу или установленного на движущихся частях или частях, подверженных сотрясениям, вибрации, необходимо производить гибкими заземляющими проводниками.

Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению, должна быть присоединена к сети заземления с помощью отдельного ответвления. Последовательное включение в заземляющий проводник заземляемых частей электроустановки запрещается.

В цехах производственных предприятий разрешается прокладка по полу цеха металлических полос для связи корпусов оборудования цеха с заземлителем (заземляющим контуром). Стальные полосы, являющиеся в данном случае заземляющими проводниками, не должны мешать передвижению людей и механизмов и они должны быть предохранены от механических и химических воздействий.

При наличии станочного оборудования нельзя применять в качестве заземляющих проводников гибкие металлические рукава, металлические оболочки кабелей или стальные трубы в качестве каналов для прокладки проводов к станкам.

Открыто проложенные заземляющие проводники должны иметь отличительную окраску «желтую полосы по зеленому фону».

При использовании строительных или технологических конструкций в качестве заземляющих проводников на перемычках между ними, а также в местах присоединений и ответвлений проводников наносят две полосы желтого цвета

по зеленому фону на расстоянии 150 мм одна от другой. Это требование распространяется на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки.

Во влажных, сырых и особо сырых помещениях и в помещениях с агрессивной средой заземляющие проводники прокладывают на расстоянии от стен не менее чем 10 мм, при этом они должны быть предохранены от химических воздействий. В местах перекрещивания проводников с кабелями, трубопроводами, железнодорожными путями, их ввода в здание, а также где возможны механические повреждения, проводники должны быть защищены.

Прокладка заземляющих проводников в местах прохода через стены и перекрытия выполняется, как правило, с их непосредственной заделкой. В этих местах проводники не должны иметь соединений и ответвлений. У мест ввода заземляющих проводников в здания необходимо расположить опознавательные знаки.

При наличии *станочного парка* следует заземлять корпуса электродвигателей, а не станины станков.

Правилами разрешается не заземлять отдельные электроприемники, если они установлены на заземленной конструкции. В основном это относится к случаю, когда на одной конструкции установлено несколько электроприемников. На крупных станках с несколькими электродвигателями и другим электрооборудованием проще заземлить корпус станка, чем каждый электроприемник. Если заземлена конструкция щита, заземление отдельных приборов не требуется.

При заземлении *аппаратов, щитков, шкафов и ящиков с электрооборудованием напряжением до 1 кВ* стальные заземляющие проводники присоединяют к корпусам аппаратов с помощью болтов. Контактные поверхности при этом должны быть защищены до металлического блеска и смазаны тонким слоем вазелина.

В шкафах, ящиках, щитках должна быть общая заземляющая шина, к которой присоединяются заземляемые части отдельных аппаратов. К этой шине присоединяются корпус шкафа, ящика, щитка, а также медные проводники для заземления проводов с металлической оболочкой, перемычки от металлических труб электропроводки и т. д. Заземляющая шина щитка (шкафа, ящика) в электроустановках с изолированной нейтралью соединяется с магистралью заземления.

Аппараты в металлическом корпусе, установленные непосредственно на заземленном каркасе (корпусе) щитка, шкафа, ящика и имеющие с ним надежный металлический контакт, не требуют дополнительного присоединения к заземляющей шине.

Корпуса аппаратов (реле, измерительные приборы) с двойной изоляцией заземления не требуют.

Металлические дверцы щитка, шкафа, ящика, если на них отсутствует какое-либо электрооборудование, могут не соединяться с их корпусами с помощью гибких перемычек. Если на металлических дверцах установлено электрооборудование, требующее заземления, то их необходимо заземлить с помощью гибких медных перемычек между дверцей и металлически заземленным неподвижным каркасом щитка, шкафа, ящика.

Заземление *кранов* производится в следующем порядке. Необходимо заземлить рельсы кранового пути. Части кранов, подлежащие заземлению, крепятся к их металлическим конструкциям перемычками, которые приварены к конструкциям крана и присоединены к заземляющим болтам электрооборудования. Стыки рельсов должны быть надежно соединены (сваркой, приваркой перемычек достаточного сечения, приваркой к металлическим подкрановым балкам), образуя непрерывную электрическую цепь.

При установке крана на открытом воздухе рельсы кранового пути соединяют между собой и с дополнительным заземлителем, расположенным вблизи крана.

Кабель для питания крана должен иметь жилу, предназначенную для заземления крана и находящуюся в общей оболочке с силовыми жилами, при этом сечение заземляющей жилы должно быть равно сечению фазной жилы.

Корпус кнопочного аппарата управления крана, управляемого с пола, делается либо из изоляционного материала, либо он заземлен не менее чем двумя проводниками. В качестве одного из этих проводников может быть использован тросик, на котором подвешен кнопочный аппарат управления. Троллейные конструкции также заземляются.

В *лифтовых установках* электрические машины и аппараты, установленные на звуко- и виброизоляционных опорах, заземляются гибким кабелем или гибкой перемычкой от неподвижно проложенного заземляющего проводника.

Для заземления кабины используют одну из жил кабеля или один из проводников токопровода. В качестве дополнительного заземляющего проводника применяют экранирующие оболочки и несущие тросы кабелей, а также остальные несущие тросы кабины.

Станина лебедки, металлические направляющие кабины и противовеса, а также металлические ограждения шахты должны быть заземлены.

Во взрывоопасных помещениях к защитному заземлению предъявляются повышенные дополнительные требования. Заземлению подлежат электроустановки при всех напряжениях переменного и постоянного тока, а также оборудование, установленное на заземленных металлических конструкциях (это требование не относится к элементам электрооборудования, установленного внутри заземленных корпусов). В качестве заземлителей применяют специально предназначенные для этого проводники (голые или изолированные). Трубы, фермы, свинцовые оболочки кабелей и другие конструкции могут служить лишь дополнительными заземляющими проводниками.

Места ввода заземляющих проводников в стены взрывоопасных помещений должны быть защищены отрезками труб, либо предусматривают специальные проемы с уплотненными несгораемыми материалами. Соединение заземляющих проводников в местах вводов не допускается.

При прокладке заземляющих проводников из взрывоопасных помещений в любые, отличающиеся по классу взрывоопасности помещения, а также в помещения с нормальной средой или наружу отрезки труб, проходящих через стены или фундаменты зданий, необходимо заделать цементным раствором с обеих

сторон ввода. Ответвления от магистрали заземления, проходящие через фундаментные отливки, заключаются в трубы или иные жесткие оболочки.

Считается достаточным для заземления корпусов взрывозащищенных электродвигателей присоединение заземляющего проводника к заземляющему контакту (зажиму) на вводном устройстве двигателя без второго заземления корпуса двигателя путем присоединения его к магистрали заземления.

Аналогично не требуется дополнительное присоединение корпусов пускателей, кнопок и другого оборудования к магистрали заземления, когда эти корпуса заземляются с помощью отдельной жилы кабеля или провода.

Вопрос об объединении заземлителей сетей переменного и постоянного тока является сложным. Дело в том, что прохождение постоянного тока в земле может служить источником электролитической коррозии подземных сооружений. Опасность коррозии существует в установках, в которых через заземляющие проводники и заземлители ток проходит длительное время, например, если один полюс установки заземлен, т. е. заземление является рабочим. В таких случаях не следует допускать соединения заземляющих устройств постоянного и переменного тока.

В установках, где электроприемники постоянного и переменного тока металлически связаны и изоляция электроприемников постоянного тока и их сетей может поддерживаться на надлежащем уровне, а заземление у них является защитным (т. е. ток возникает только кратковременно), можно применять общие заземляющие устройства.

В объем испытаний заземляющих устройств электроустановок потребителей входит:

- проверка напряжения прикосновения на территории электроустановок и напряжения на заземляющем устройстве;
- проверка состояния элементов заземляющего устройства;
- определение сопротивления заземляющего устройства;
- проверка наличия цепи между заземлителями и заземляемыми элементами;
- проверка состояния пробивных предохранителей в установках напряжением до 1 кВ;
- измерение удельного сопротивления грунта.

При проверке напряжения прикосновения на территории электроустановки и напряжения на заземляющем устройстве наибольшее напряжение не должно превышать:

Длительность воздействия, с	до 0,1	до 0,2	до 0,5	до 0,7	до 1	от 1 до 3
Напряжение, В, не более	500	400	200	130	100	65

Испытания по проверке вышеуказанных напряжений производятся в электроустановках напряжением 110–220 кВ, выполненных по нормам на напряжение прикосновения.

В соответствии с требованиями проверка элементов заземляющих устройств заключается в осмотре их надземной и подземной частей. Подземные части осматривают до засыпки землей. Во время эксплуатации их проверяют выборочно, через специальные шурфы. Особенно тщательно проверяют заземлители, расположенные в грунтах, вызывающих усиленную коррозию. Элемент заземлителя должен быть заменен, если разрушено более 50% его сечения. При неудовлетворительных результатах осмотров вскрытие грунта повторяется до обнаружения шести (подряд) контактных соединений в удовлетворительном состоянии.

При проверке состояния элементов заземляющего устройства воздушных ЛЭП элемент заземлителя должен быть заменен, если разрушено более 5% его сечения. Осмотр со вскрытием грунта проводится у 2% общего числа опор с заземлителями не реже одного раза в 10 лет. Для заземляющих устройств, подверженных интенсивной коррозии, устанавливается более частая периодичность осмотров со вскрытием грунта. При неудовлетворительных результатах осмотров вскрытие грунтов повторяется на соседних опорах воздушных ЛЭП до обнаружения удовлетворительных заземлителей на двух подряд в одном направлении опорах.

1.4.3. Зануление

Зануление – это основная мера защиты людей от поражения электрическим током в случае прикосновения к корпусам электрооборудования и металлическим конструкциям, оказавшимся под напряжением из-за повреждения изоляции или однофазного короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью.

Зануление осуществляется посредством преднамеренного электрического соединения с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части с заземленной нейтральной точкой обмотки источника питания или ее эквивалентом.

Такое электрическое соединение, будучи надежно выполненным, превращает всякое замыкание токоведущих частей на землю или на корпус в однофазное короткое замыкание. Это обеспечит срабатывание защиты (предохранители, автоматы и т. п.) и отключение поврежденной установки от питающей сети.

Принципиальная схема зануления в сети трехфазного тока показана на рис. 1.8.

При решении вопроса об обеспечении безопасности сети с заземленной нейтралью при выполнении только заземления электроприемников надо учесть следующие обстоятельства. Если допустить, что в установке (рис. 1.9) нейтраль трансформатора заземлена через сопротивление R_0 и электроприемник Д имеет отдельное защитное заземление с сопротивлением R_3, то при замыкании на корпус этого электроприемника ток замыкания, ограниченный сопротивлениями заземлений электроприемника и нейтрали, может оказаться недостаточным для сгорания плавкой вставки или отключения автомата.

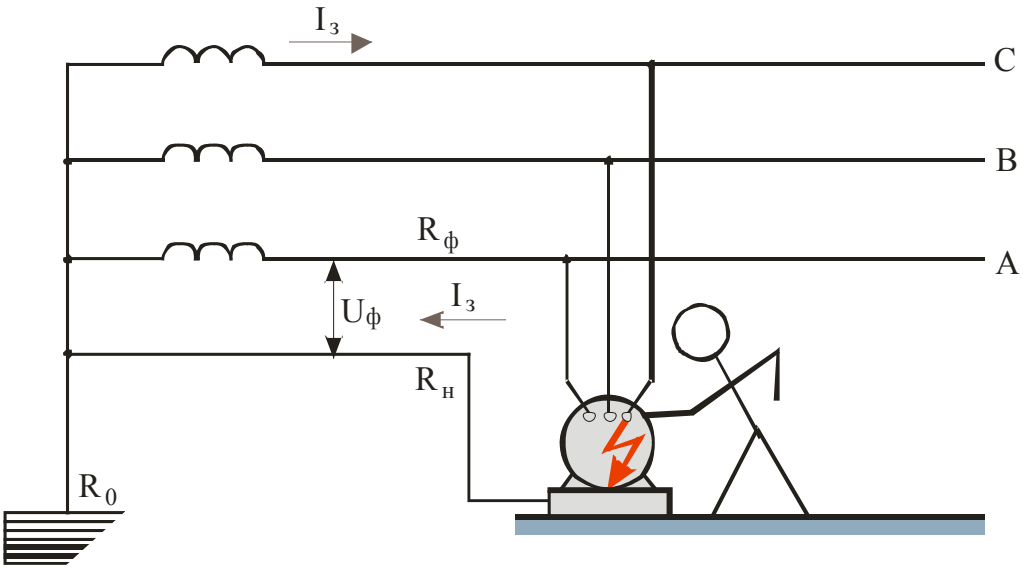


Рис. 1.8. Принципиальная схема зануления

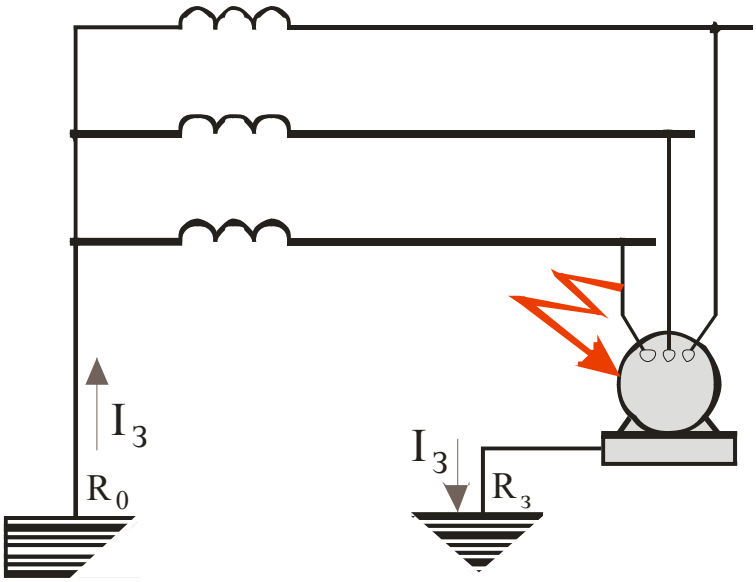


Рис. 1.9. Заземление электроприемника
в сети с заземленной нейтралью

Если допустить, например, что $R_з = R_0 = 4$ Ом, и пренебречь прочими сопротивлениями в цепи замыкания, то при напряжении сети 380/220 В ток замыкания составит

$$I_з = 220/8 = 27{,}5 \text{ А}.$$

Такой ток обеспечит надежное сгорание плавкой вставки с номинальным током не более 10–15 А или отключение автомата с током срабатывания максимального расцепителя не более 20А. При больших номинальных токах плавких вставок отключение может не произойти, а на корпусе электроприемника будет значительное напряжение, опасное для человека.

В электроустановках напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью для автоматического отключения аварийного участка проводимость фазных и нулевых защитных проводников должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой защитный проводник возникал ток короткого замыкания (к.з.), превышающий не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкого элемента ближайшего предохранителя, номинальный ток нерегулируемого расцепителя или уставку тока регулируемого расцепителя автоматического выключателя с характеристикой, обратнозависимой от тока.

При защите сетей автоматического выключателями, имеющими только электромагнитный расцепитель (отсечку), проводимость указанных проводников должна обеспечивать ток не менее уставки тока мгновенного срабатывания, умноженной на коэффициент, учитывающий разброс (по заводским данным), и на коэффициент запаса 1,1. При отсутствии заводских данных для автоматических выключателей с номинальным током до 100 А кратность тока к.з. относительно уставки следует принимать не менее 1,4, а для автоматических выключателей с номинальным током более 100 А – не менее 1,25.

Полная проводимость нулевого защитного проводника во всех случаях должна быть не менее 50% проводимости фазного проводника.

В качестве нулевых защитных проводников должны быть в первую очередь использованы нулевые рабочие проводники, а также:

1) специально предусмотренные для этой цели проводники;
2) металлические конструкции здания (колонны и т. п.);
3) арматура железобетонных строительных конструкций и фундаментов;
4) металлические конструкции производственного назначения (подкрановые пути, каркасы распределительных устройств, галереи, площадки, шахты лифтов, подъемников, элеваторов);
5) стальные трубы электропроводок;
6) алюминиевые оболочки кабелей;
7) металлические кожухи и опорные конструкции шинопроводов, металлические короба и др.;
8) металлические стационарные открыто проложенные трубопроводы всех назначений, кроме трубопроводов горючих и взрывоопасных веществ и смесей, канализации и центрального отопления.

Нулевые защитные проводники рекомендуется прокладывать совместно или в непосредственной близости с фазными.

В электроустановках напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью зануление должно осуществляться:

а) в трехфазных трехпроводных сетях – с помощью нулевого защитного (четвертого) проводника;

б) в однофазных и двухфазных двухпроводных силовых сетях – с помощью нулевого защитного (третьего) проводника;

в) в однофазных двухпроводных осветительных сетях, в зонах взрывоопасных помещений класса В1 – с помощью специального (третьего) проводника, проложенного от светильника до ближайшего группового щитка;

г) в однофазных двухпроводных осветительных сетях, в зонах взрывоопасных помещений всех классов, кроме класса В1, на участке от светильника до ближайшей осветительной коробки – специальным третьим проводом, присоединенном в ней к нулевому рабочему проводу.

Нулевые защитные проводники во всех звеньях сети должны быть проложены в общих оболочках, трубах, коробах, пучках с фазными проводами.

Для повышения эффективности системы зануления особое внимание следует уделять надежности металлической связи корпусов электрооборудования с заземленной нейтралью источника питания через нулевой провод. Непрерывность цепи достигается сваркой отдельных участков сети зануления. Серьезное внимание должно быть уделено надежному заземлению нейтрали питающего трансформатора и повторному заземлению нулевого провода (для воздушных линий).

При проектировании электроустановок напряжением до 1 кВ с целью повышения надежности системы зануления рекомендуется осуществлять следующие мероприятия:

1) производить проверку расчетом сопротивлений цепи фаза – нуль для наиболее удаленных электроприемников, в частности крупной мощности (40 кВт и выше);

2) максимальную токовую защиту – предохранители, электромагнитные и тепловые элементы расцепителей автоматических выключателей – осуществлять во всех звеньях сети в трех фазах.

Защиту от к.з. ответвлений к электроприемникам следует выполнять таким образом, чтобы тепловые реле защиты от перегрузок были термически устойчивы при токах к.з.;

3) предусматривать трансформаторы со схемой соединений обмоток треугольник – звезда при мощности 400 кВА и выше и звезда – зигзаг при мощности 250 кВА и ниже вместо схемы звезда – звезда;

4) выполнять групповую защиту электроприемников так, чтобы группы при однофазных к.з. отключались в любом из присоединенных электроприемников.

При монтаже электроустановок напряжением до 1 кВ с целью обеспечения надежности системы зануления необходимо осуществлять следующие мероприятия:

1) при выполнении проектов производства работ рассматривать вопросы временного питания электроэнергией объектов монтажа с предъявлением необходимых требований к организации, ведающей электроснабжением, в отношении отключения однофазного к.з. на землю.

2) строго соблюдать требования ПУЭ и ПТЭ электроустановок потребителей о запрещении использования сетей заземления и зануления в качестве обратных проводов при сварке.

3) на всех электроустановках не допускать завышения плавких вставок и уставок автоматов, а также занижения сечений зануляющих проводников и ненадежную их прокладку.

4) при прокладочных работах проверять соответствие термореле и вставок предохранителей параметрам защищаемого оборудования.

Использование металлоконструкций зданий и сооружений в качестве одного из фазных или нулевого обратного провода допустимо только при напряжениях не более 42 В. При более высоких напряжениях ухудшаются условия электробезопасности и пожарной безопасности:

1) прохождение длительно рабочих токов требует наличия надежных контактов во всех соединениях и стыках конструкций, что трудно гарантировать; в местах плохих контактов могут произойти местные нагревы, что связано с возможностью загораний.

2) присоединение электроприемников к конструкциям неудобно в монтаже, оно требует специального выполнения и наблюдения за ними в эксплуатации.

Устройство зануления выполняется в осветительных установках всех напряжений (в том числе ниже 42 В) – во взрывоопасных помещениях всех классов и в установках напряжением выше 42 В – в пожароопасных помещениях. Занулению подлежат все металлические части осветительных установок и корпусов аппаратов, установленных на зануленных металлических конструкциях.

В осветительных сетях взрыво- и пожароопасных помещений для зануления в основном используются рабочие нулевые провода сети.

В трансформаторе с заземленной нейтралью заземление электроприемников без соединения с нейтралью (т. е. без зануления) недопустимо.

В одном помещении могут находиться электроприемники, питаемые от трансформаторов с изолированной нейтралью и с заземленной нейтралью, например, электроприемники напряжением 6 кВ и 380/220 В и др. Их сети заземления и зануления разделить трудно и большей частью невозможно. Надо, чтобы совмещенная сеть заземления и зануления удовлетворяла требованиям как к заземлению, так и к занулению.

Использование сети заземления в качестве нулевого провода запрещается. Рабочие токи могут иметь значительную величину, например, при сварке, на которую сеть заземления не рассчитана. Это может вызвать недопустимые падения напряжения, возможны также местные перегревы и опасность возгораний, если вблизи расположены горючие материалы или конструкции.

Зануление электроприемников может быть выполнено с помощью стальных, отдельно проложенных проводников (стальных полос), которые в ряде случаев не будут иметь требуемую правилами 50-процентную проводимость по отношению к проводимости фазного проводника. Такие практические случаи встречаются в производственных помещениях, где эти проводники, корпуса оборудования, металлоконструкции, трубопроводы, в том числе трубы электропроводок, металлические оболочки кабелей связаны во многих местах и тем самым создают выравнивание потенциалов и многие пути прохождения тока однофазного короткого замыкания. Этим и создаются условия безопасности при условии, что сечения и диаметры стальных проводников должны соответствовать требованиям правил.

Повторное заземление нулевого защитного проводника необходимо для уменьшения опасности поражения людей током, возникающей при обрыве нулевого защитного провода и замыкании фазы на корпус за местом обрыва.

При случайном обрыве нулевого защитного провода и замыкании фазы на корпус (за местом обрыва) отсутствие повторного заземления приводит к тому, что напряжение относительно земли оборванного участка нулевого защитного провода и всех присоединенных к нему корпусов окажется равным фазному напряжению сети. Это напряжение, опасное для человека, существует длительное время, поскольку поврежденная установка не отключается и ее трудно обнаружить, чтобы отключить вручную.

При исправном нулевом проводе наличие повторного заземления приводит к выравниванию потенциалов, т. е. к снижению напряжения прикосновения и шага.

Повторные заземления нулевого рабочего провода выполняются на концах воздушных линий (или ответвлений) длиной более 200 м, а также на вводах от воздушных линий к электроустановкам, которые подлежат занулению. При этом в первую очередь следует использовать естественные заземлители, например, подземные части опор, а также заземляющие устройства, выполненные для защиты от грозовых перенапряжений.

Устройства повторных заземлений в кабельных линиях обычно не предусматриваются, так как обрыв нулевого провода в них маловероятен.

В электроустановках напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью для аварийного отключения аварийного участка нулевые защитные проводники должны быть выбраны так, чтобы при замыкании на корпус или нулевой защитный проводник возникал ток короткого замыкания, превышающий не менее чем в 4 раза номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя и не менее чем в 6 раз номинальный ток расцепителя автоматического выключателя с характеристикой, обратнозависимой от тока.

Проверка полного сопротивления петли фаза-нуль в этих электроустановках необходима для всех электроприемников.

При системе электроснабжения с заземленной нейтралью проверка срабатывания защиты электродвигателей напряжением до 1 кВ (машин напряжением выше 42 В, работающих в опасных и особо опасных условиях, а также машин напряжением 380 В и более) осуществляется непосредственным измерением тока однофазного короткого замыкания на корпус с помощью специальных приборов или измерением полного сопротивления петли фаза-нуль с последующим определением вышеуказанного тока. Полученный ток сравнивается с номинальным током аппарата защиты с учетом коэффициентов, указанных в электротехнических правилах (ПУЭ).

В электрических сетях, где для зануления применяют четвертую жилу кабеля, для проверки условий срабатывания предохранителей или автоматических выключателей необходимо рассчитать однофазные токи короткого замыкания. Расчеты выполняются по методу симметричных составляющих.

При однофазном коротком замыкании, например, фазы А, ток составляет $I'_{\text{А}} = 3I$ и тогда ток прямой последовательности в месте короткого замыкания $I_{\text{А}}$ равен

$$I_{\text{А}} = \frac{U_{\text{А}}}{\sqrt{\left(r_{\Sigma_1} + r_{\Sigma_2} + r_{\Sigma_0}\right)^2 + \left(x_{\Sigma_1} + x_{\Sigma_2} + x_{\Sigma_0}\right)^2}}, \tag{1.25}$$

где $U_{\text{А}}$ – напряжение фазы, В; $r_{\Sigma_1}, r_{\Sigma_2}, r_{\Sigma_0}, x_{\Sigma_1}, x_{\Sigma_2}, x_{\Sigma_0}$ – результирующие активные и индуктивные сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности (трансформатора, кабелей и др.), Ом.

Отсюда ток однофазного короткого замыкания

$$I'_{\text{А}} = \frac{3U_{\text{А}}}{\sqrt{\left(r_{\Sigma_1} + r_{\Sigma_2} + r_{\Sigma_0}\right)^2 + \left(x_{\Sigma_1} + x_{\Sigma_2} + x_{\Sigma_0}\right)^2}}. \tag{1.26}$$

При расчете рекомендуется учитывать также сопротивление электрической дуги. Активные сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности электрической дуги равны между собой:

$$r_{Д_1} + r_{Д_2} + r_{Д_0} = 0{,}01 \text{ Ом}.$$

С учетом сопротивления электрической дуги ток однофазного короткого замыкания равен

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{3U_{\phi}}{\sqrt{\left(r_{\Sigma_1} + r_{\Sigma_2} + r_{\Sigma_0} + 3r_{Д}\right)^2 + \left(x_{\Sigma_1} + x_{\Sigma_2} + x_{\Sigma_0}\right)^2}}. \tag{1.27}$$

Значения соответствующих сопротивлений могут быть взяты из справочной литературы.

После вычисления величины тока $I_{\text{к.з.}}$ проверяется условие автоматического отключения

$$I_{\text{к.з.}} \geq \text{к}\, I_{\text{ном}} \tag{9.28}$$

где к – коэффициент кратности тока (для плавких предохранителей к = 3 для автоматических выключателей к = 1,25...1,4); $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток плавкой вставки или ток срабатывания автоматического выключателя.

С погрешностью в пределах 5% ток $I_{\text{к.з.}}$ можно определить по приблизительной формуле

$$\text{I}_{\text{к.з.}} = \frac{U_{\Ф}}{\frac{Z_{\text{Т}}}{3} + Z_{\text{П}}}, \tag{1.29}$$

где $Z_{\text{Т}}$ – полное сопротивление трансформатора, Ом; $Z_{\text{П}}$ – полное сопротивление петли фаза-нуль, Ом;

$$Z_{\text{П}} = \sqrt{\left(R_{\text{Ф}} + R_{\text{Н.П.}}\right)^2 + \left(x_{\text{Ф}} + x_{\text{Н.П.}} + x_{\text{П}}\right)^2},$$

где $R_{\text{Ф}}$, $R_{\text{Н.П}}$ – активные сопротивления фазного и нулевого защитного проводников, Ом; $x_{\text{Ф}}$, $x_{\text{Н.П.}}$ – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого проводников, Ом; $x_{\text{П}}$ – внешнее индуктивное сопротивление петли фаза–нуль, Ом.

Основной недостаток системы зануления – длительное время отключения поврежденного участка при однофазном коротком замыкании, достигающее для предохранителей 100 с. Поэтому в условиях помещений, особо опасных в отношении поражения электрическим током, возникает необходимость в использовании кроме зануления и других защитных мер, в частности, защитного отключения и выравнивания потенциалов.

1.4.4. Защитное отключение

Сущность ***защитного отключения*** заключается в автоматическом отключении электроустановки при возникновении в ней опасности поражения людей электрическим током.

Опасность поражения возникает в следующих случаях: при замыкании на землю (корпус электрооборудования); при снижении сопротивления изоляции фаз сети относительно земли ниже определенного предела (в результате повреждений изоляции, замыкания фазы на землю и т. п.); при появлении в сети более высокого напряжения (в результате замыкания в трансформаторе между обмотками высшего и низшего напряжений, замыкания между проводами линий разных напряжений и т. п.); при случайном соприкосновении человека к токоведущей части, находящейся под напряжением; при неисправностях в цепях заземления или зануления и т. п.

В этих случаях в сети происходит изменение некоторых электрических параметров, например, напряжения фаз сети относительно земли, напряжения нулевой последовательности. Могут также возникнуть напряжение между корпусом оборудования и землей, ток замыкания на землю и др. Изменение любого из этих параметров до определенного предела, при котором возникает опасность поражения человека электрическим током, может стать сигналом, вызывающим срабатывание устройства защитного отключения (УЗО), т. е. автоматическое отключение поврежденной электроустановки от источника питания.

Для обеспечения безопасности защитное отключение должно осуществлять определенную совокупность действий из ряда защит: защиту от глухих и от неполных замыканий на землю (корпус); защиту от утечек тока; автоматический контроль цепи заземления или зануления; самоконтроль, т. е. автоматический контроль исправности защитного отключения. Кроме того, некоторые УЗО осуществляют защиту от перехода напряжения с высшей стороны на низшую, предварительный контроль изоляции перед каждым включением электроустановки и периодический ручной контроль исправности защитного отключения.

Основными частями УЗО являются прибор защитного отключения и коммутационный аппарат (обычно автоматический выключатель).

Прибор защитного отключения – совокупность отдельных элементов, которые реагируют на изменение какого-либо параметра электрической сети и дают сигнал на отключение автоматического выключателя.

К этим элементам относятся: датчик – устройство, воспринимающее изменение параметра и преобразующее его в соответствующий сигнал; усилитель, предназначенный для усиления сигнала датчика, если он недостаточно мощный, чтобы вызвать отключение выключателя; цепи контроля, служащие для периодической проверки и исправности схемы УЗО; вспомогательные элементы – сигнальные лампы, измерительные приборы, характеризующие состояние электроустановки, и т. п.

В сетях напряжением до 1 кВ в качестве отключающих коммутационных аппаратов применяются автоматические выключатели, включая быстродействующие автоматы (чаще всего); магнитные пускатели; контакторы.

Схемы защитного отключения подразделяются на несколько типов (табл. 1.3) в зависимости от параметра, на который реагирует датчик.

Таблица 1.3

Основные типы защитного отключения

Тип схемы	Параметр, на который реагирует датчик	Назначение защиты
I	$U_з$ – напряжение на корпус	От полных замыканий на корпус (землю)
II	U_{Ao}, U_{Bo}, U_{Co} – напряжение фазы относительно земли	От полных замыканий на землю
III	U_0 – напряжение нулевой последовательности	От полных замыканий на землю
IV	$I_з$ – ток замыкания на землю	От полных замыканий на землю, осуществляется контроль исправности цепей заземления или зануления
V	I_0 – ток нулевой последовательности	От поражений при прикосновении к фазе, от полных и неполных замыканий на землю
VI	$I_{пост}$ – выпрямленный ток утечки – постоянный оперативный ток	От неполных замыканий на землю, от поражения при прикосновении к фазе, автоматический контроль изоляции
VII	$I_{пер}$ – переменный оперативный ток	От полных замыканий на землю, контроль исправности цепей заземления или зануления, автоматический контроль изоляции
VIII	Комбинированные схемы с двумя или несколькими датчиками	Сложные защиты с функциями защиты от различных анормальных режимов работы и контроля разных параметров электрических сетей и их элементов

Рассмотрим принципиальные схемы разных типов УЗО.

Тип I – схемы на напряжении корпуса относительно земли. В схемах этого типа датчиком служит реле напряжения РЗ, включенное между корпусом оборудования и вспомогательным заземлителем (рис. 1.10). Схемы осуществляют защиту от глухих замыканий на землю и пригодна в сетях с изолированной или заземленной нейтралью любого напряжения.

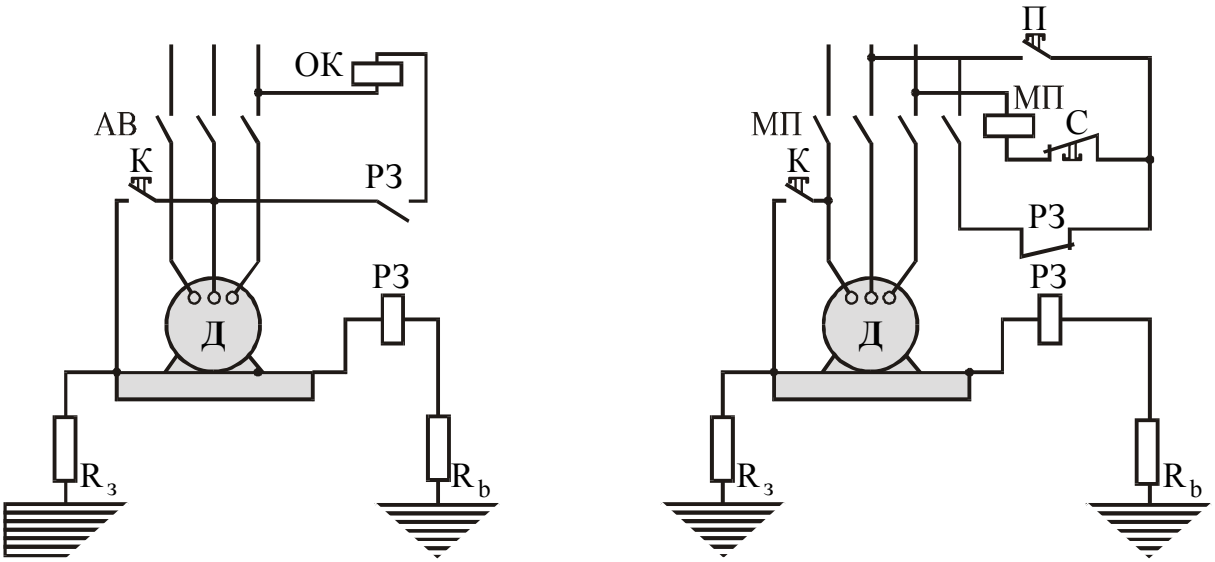


Рис. 1.10. Схема УЗО на напряжении корпуса относительно земли

Уставка определяется по входной величине $x_{вх} = U_з$, т. е. по напряжению относительно земли:

$$U_{з.у.}\ \alpha_1 = U_{пр.доп}\,,$$

где $U_{з.у}$ – напряжение уставки относительно земли; α_1 – коэффициент напряжения прикосновения; $U_{пр.доп.}$ – длительно допустимое напряжение прикосновения.

Достоинство схемы – ее простота. Недостатки – необходимость применения вспомогательного заземления, неселективность при общем заземлении, отсутствие самоконтроля. Такие УЗО могут применяться только совместно с заземлением или другими мерами защиты.

Тип II – схемы, реагирующие на напряжения фаз сети относительно земли. В схеме такого типа УЗО (рис. 1.11) датчиками являются три реле напряжения Н, подключаемые между фазами и землей. В нормальном режиме работы сети реле измеряют напряжения фаз сети относительно земли, которые близки к фазным. При увеличении проводимости изоляции одной из фаз напряжение относительно земли этой фазы уменьшается. Когда оно достигнет уставки (обычно равной 0,5 $U_ф$), реле сработает и даст сигнал «земля в сети». На поврежденной фазе выпадает флажок указательного реле.

Эта схема имеет недостатки: нечувствительность к симметричному снижению сопротивлений всех трех фаз, возможность ложных срабатываний.

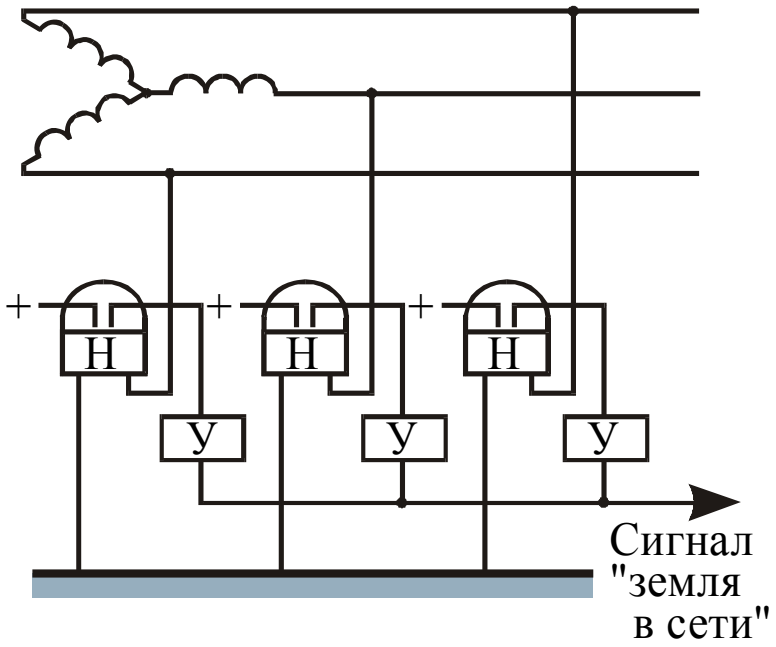


Рис. 1.11. Схема УЗО на напряжении фаз сети относительно земли

Тип III – схемы на напряжении нулевой последовательности. Датчиком в схемах этого типа УЗО является фильтр напряжения нулевой последовательности, включенный между фазами и землей. Здесь фильтр напряжения нулевой последовательности образован тремя реле напряжения Н.

На рис. 1.12 приведена схема УЗО такого типа в виде асимметра, в котором фильтром напряжения нулевой последовательности служит звезда из трех конденсаторов. Между нулевой точкой звезды фильтра и землей включено реле РЗ, имеющее определенные напряжение и время срабатывания.

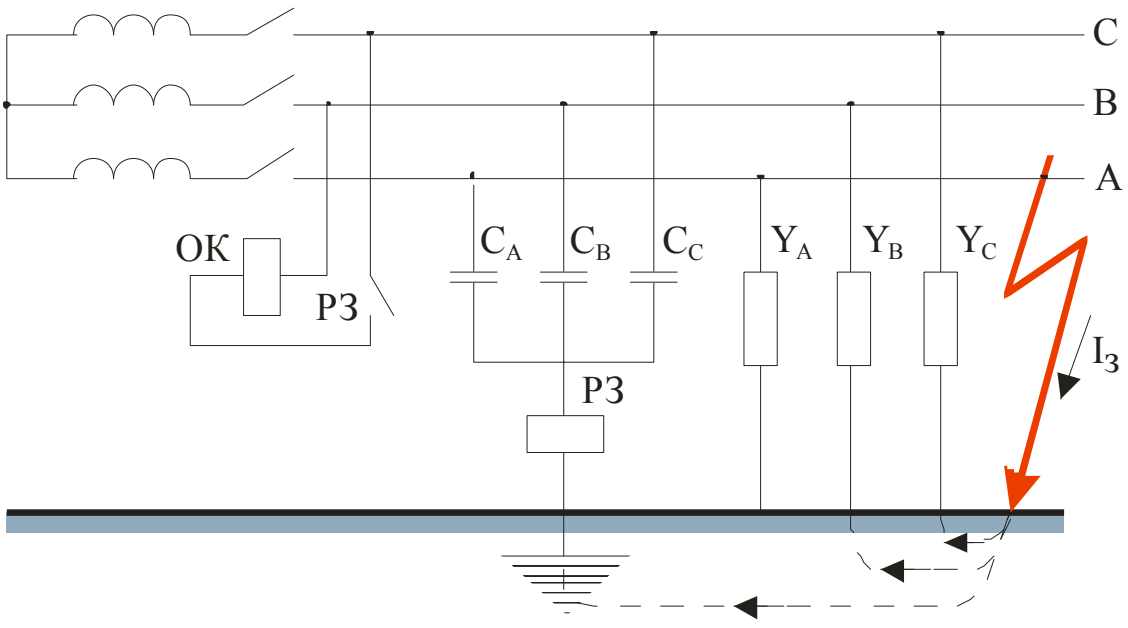


Рис. 1.12. Схема УЗО на напряжении нулевой последовательности

Достоинства этой схемы – четкое срабатывание при глухом замыкании на землю независимо от сопротивления изоляции и емкости сети; простота устройства. Недостатки – повышение опасности эксплуатации сети при малых сопротивлениях фильтра и реле; возможность ложных отключений при больших сопротивлениях фильтра и реле; неселективность; нечувствительность к симметричному снижению сопротивления изоляции; отсутствие самоконтроля и непригодность с сетях с заземленной нейтралью.

Тип IV – схемы, реагирующие на ток замыкания на землю. Схемы УЗО этого типа применяются для защиты людей, работающих с электрифицированным инструментом. Одна из таких схем приведена на рис. 1.13. В случае, когда корпус инструмента занулен (рис. 1.13, а), реле защиты Т реагирует на ток замыкания, который проходит по зануляющему проводнику 1 и трансформируется трансформатором тока ТТ. Реле размыкает цепь удерживающей катушки КУ пускателя П и инструмент Д отключается.

В случае, когда корпус инструмента не занулен, а заземлен (рис. 1.13, б), реле Т реагирует на ток замыкания, проходящий через заземляющий проводник.

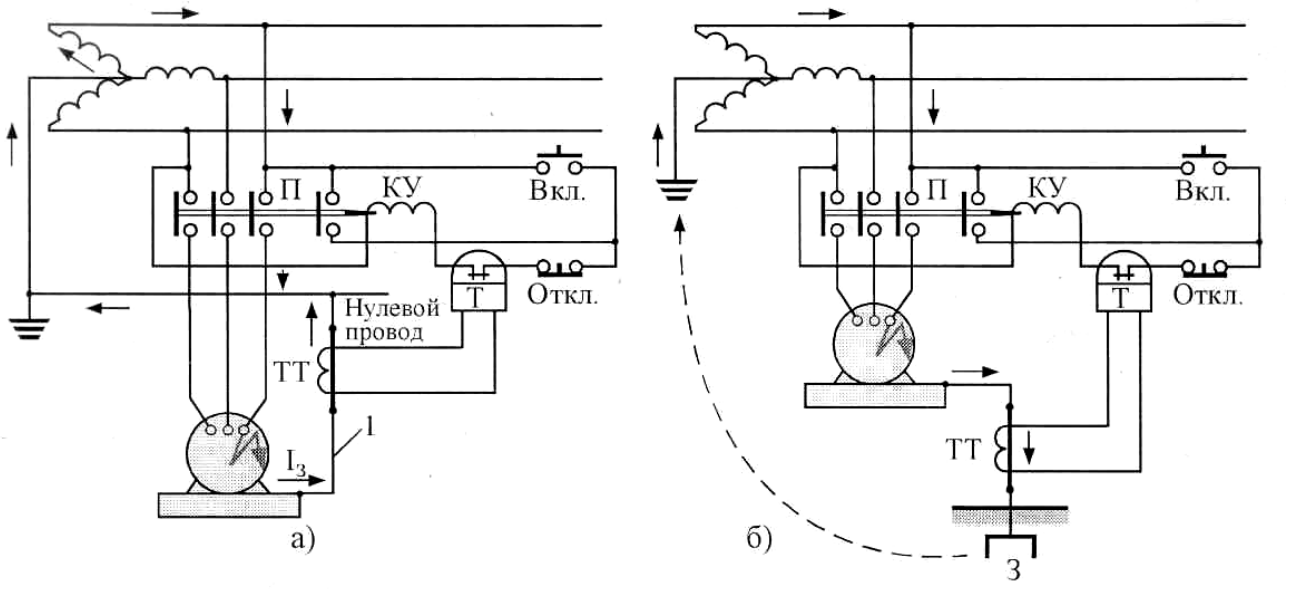


Рис. 1.13. Схема УЗО, реагирующего на ток замыкания на землю

Тип V – схемы, реагирующие на ток нулевой последовательности. В схемах УЗО этого типа (рис. 1.14) датчиком служит трансформатор тока нулевой последовательности ТТНП 1, к вторичной обмотке которого присоединено реле 2. Если токи в фазах одинаковы, то их геометрическая сумма равна нулю и во вторичной обмотке трансформатора тока нет. При однофазном коротком замыкании, несимметричных утечках тока через повреждения изоляции, прикосновении человека к фазному проводу симметрия токов нарушается и во вторичной обмотке ТТНП начинает протекать ток нулевой последовательности. При величине этого тока, большей уставки реле Т, происходит отключение линии пускателей П.

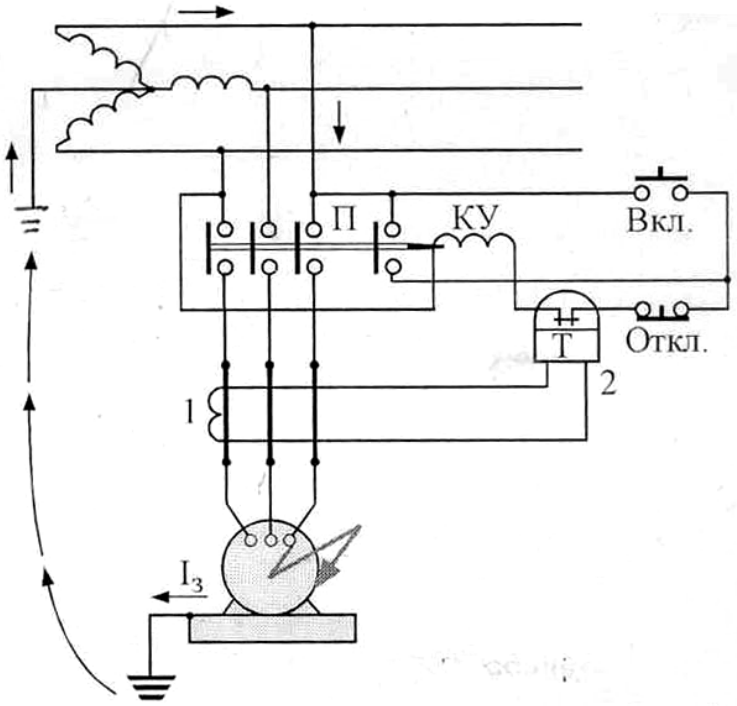


Рис. 1.14. Схема УЗО, реагирующего на ток
нулевой последовательности

Схемы УЗО описанного типа получили достаточно широкое распространение как доказавшие свою эффективность. К их достоинствам относятся: быстродействие ($t_{ср}$ = 0,03...0,06 с), селективное отключение, высокая чувствительность ($I_{ср}$ = 10...30 мА).

Тип VI – схемы, работающие на выпрямленных токах или на постоянном оперативном токе. Характерными представителями схем УЗО этого типа являются вентильные схемы, в которых датчик выполнен в виде системы вентилей, выпрямляющих ток в цепи «реле – изоляция сети». На рис. 1.15 показана такая схема, названная схемой 3В (трех вентилей).

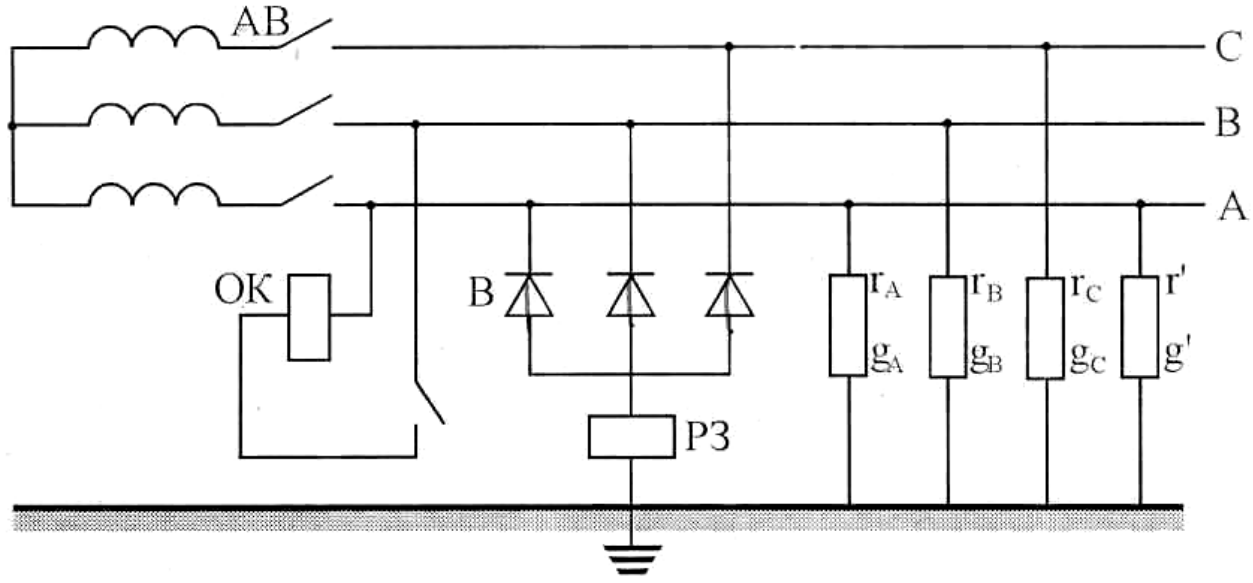


Рис. 1.15. Схема УЗО, работающего на выпрямленных токах

Ток, выпрямленный тремя вентилями, проходит через изоляцию сети и обмотку реле РЗ. Значение этого тока зависит от омического сопротивления изоляции всех трех фаз:

$$R_{\text{ОМ}} = \frac{r_{\text{A}} r_{\text{B}} r_{\text{C}}}{r_A r_B + r_B r_C + r_C r_A}.$$

При прикосновении человека к фазе ток, проходящий через обмотку реле, определяется эквивалентным сопротивлением:

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_{\text{ОМ}} R'}{R_{\text{ОМ}} + R'},$$

где R' – сопротивление схемы УЗО.

Таким образом, вентильная схема осуществляет защиту от неполных замыканий на землю и автоматический контроль изоляции. При соответствующей уставке эта схема может обеспечить безопасность при прикосновении к фазе, однако при малых сопротивлениях реле через человека проходит выпрямленный ток, который может оказаться опасным.

Достоинства вентильных схем: высокая чувствительность, возможность защиты от поражения при прикосновении к фазе, простота конструкции, малые габариты УЗО. Недостатки схем: неселективность, отсутствие самоконтроля, возможность поражения человека выпрямленным током при малом сопротивлении реле.

Второй разновидностью схем этого типа являются схемы, осуществляющие автоматический контроль изоляции постоянным оперативным током. На рис. 1.16 приведена принципиальная схема включения реле, через которое проходит постоянный оперативный ток

$$I_{\text{Р}} = \frac{U_{\text{ОП}}}{R_{\text{ВН}} + R_{\text{ЭКВ}}},$$

где $U_{\text{ОП}}$ – напряжение источника постоянного оперативного тока; $R_{\text{ВН}}$ – сопротивление внутренних цепей УЗО.

Если эквивалентное сопротивление сети относительно земли (сопротивление изоляции) равно уставке или ниже ее ($R_{\text{ЭКВ}} \le R_{\text{УСТ}}$), проходящий через реле ток равен или выше тока срабатывания реле и оно дает сигнал на отключение сети.

Схемы на постоянном оперативном токе при соответствующей уставке могут защищать человека от поражения при прикосновении к одной фазе. Достоинства этих схем УЗО: возможность защиты человека от поражения при прикосновении к фазе сети, возможность самоконтроля при условии правильного построения схемы. Недостатки этих схем: неселективность и сложность устройства.

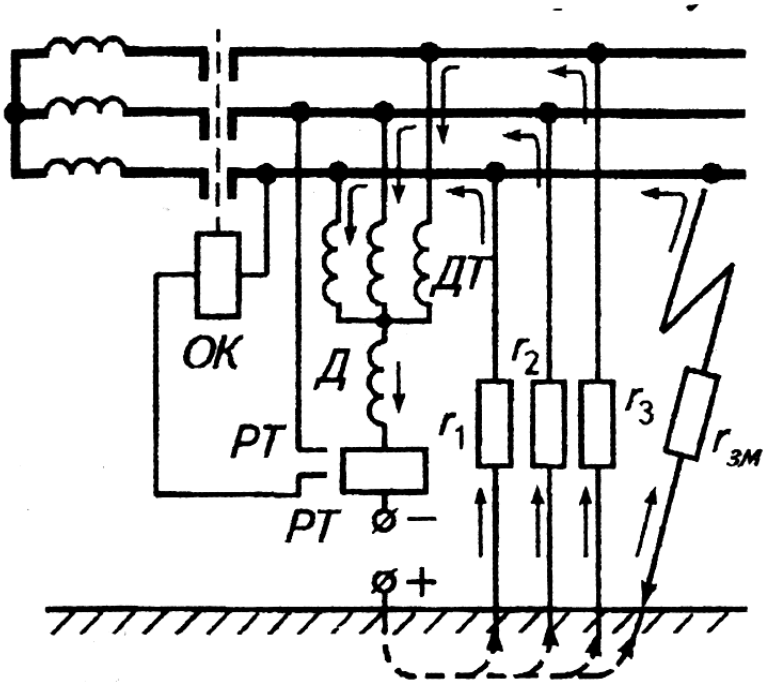


Рис. 1.16. Схема УЗО, на постоянном оперативном токе

Тип VII – схема на переменном оперативном токе. Такие схемы могут осуществлять самоконтроль, а также контроль цепей заземления или зануления. Источником оперативного тока служит трансформатор Т, вторичная обмотка которого включена между нулевой точкой силового трансформатора и землей (рис. 1.17).

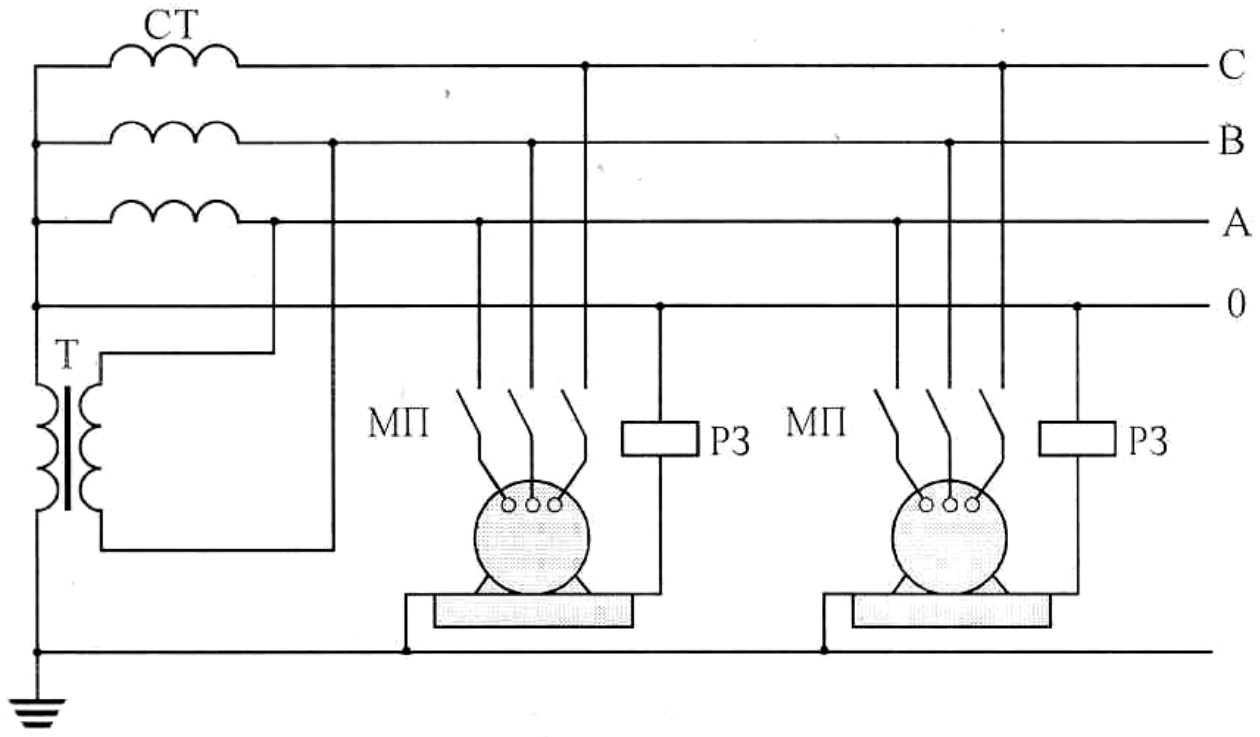


Рис. 1.17. Схема УЗО на переменном оперативном токе

Все корпуса питающегося от данной подстанции оборудования заземлены и связаны с нулевым проводом через реле РЗ, являющиеся датчиками. При исправных цепях заземления и реле через каждое реле проходит ток. В случае обрыва цепи ток через реле не проходит и происходит селективное отключение. Таким образом, осуществляется контроль цепей заземления и самоконтроль. Коэффициент трансформации трансформатора Т подобран так, чтобы при замыканиях на корпус реле РЗ оказывалось под меньшим напряжением, чем в нормальном режиме, и, вследствие этого, происходило селективное отключение. Таким образом, такая схема (называемая схемой Кремера) осуществляет защиту от глухого замыкания на корпус, контроль цепей зануления и самоконтроль. Схемы на переменном оперативном токе могут применяться в сетях как с заземленной, так и с изолированной нейтралью.

Тип VIII – комбинированные схемы. Эти схемы имеют два или более датчиков и реагируют соответственно не несколько входных величин.

1.4.5. Выравнивание потенциалов

Выравнивание потенциалов – это метод снижения напряжений прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек. Как самостоятельная мера защиты выравнивание потенциалов не рассматривается, оно является дополнением к другим видам защиты. В некоторых случаях без выравнивания потенциалов вблизи электрического оборудования обеспечить безопасность вообще невозможно, в частности, в электроустановках 110–220 кВ.

В условиях производства электрооборудование в большинстве случаев находится в зданиях с большим числом машин, станков, трубопроводов, металлоконструкций, которые в той или иной степени связаны между собой и корпусами электрооборудования. При замыкании на корпус в каком-либо из электроприемников все указанные части получают примерно близкое по величине напряжение по отношению к земле. В результате напряжение между корпусом электроприемника и полом существенно уменьшается, происходит выравнивание потенциалов по всей площади помещения. Поэтому при выравнивании потенциалов человек, находящийся в цепи замыкания между корпусом электроприемника и полом, оказывается под сравнительно малым напряжением. Степень выравнивания потенциалов зависит от того, насколько заполнено здание металлическими конструкциями и оборудованием, а также от конструкции здания (в железобетонных зданиях происходит наилучшее выравнивание потенциала).

В целях выравнивания потенциалов в тех помещениях и наружных установках, в которых применяется заземление или зануление, строительные и производственные конструкции, стационарно проложенные трубопроводы всех назначений, металлические корпуса технологического оборудования, железнодорожные и подкрановые рельсовые пути и т. п. должны быть присоединены к сети заземления или зануления. При этом естественные контакты в сочленениях являются достаточными.

Обычно выравнивание потенциалов осуществляется с помощью контурного заземления, когда заземлители располагаются по контуру вокруг заземляемого оборудования на небольшом (несколько метров) расстоянии друг от друга. Поля растекания заземлителей накладываются (рис. 1.18), и любая точка поверхности грунта внутри контура имеет определенный потенциал. Вследствие этого внутри контура коэффициент напряжения прикосновения существенно меньше единицы. Коэффициент напряжения шага также меньше максимально возможной величины. Ток через человека, прикасающегося к корпусу, может быть значительно меньше, чем при местном (выносном) заземлении, когда заземлители располагаются на некотором удалении от заземленного оборудования.

Как видно из рис. 1.18, распределение потенциалов у одиночных заземлителей, особенно в их начальной части, носит не очень плавный характер. Его можно сделать более равномерным, «подперев» потенциал в отдельных точках, что достигается с помощью выравнивающих сеток (рис. 1.19). Под выравнивающей сеткой понимают перекрывающиеся под поверхностью грунта и соединенные между собой металлические голые провода или шины. Основное назначение сетки заключается в создании на всей территории подстанции и непосредственно около нее, по внешнему периметру, такого распределения потенциалов, которое обеспечило бы необходимую степень безопасности.

Того же можно добиться, но с меньшим успехом, изменив конфигурацию самого заземлителя и его заглубление, а при применении заземляющих электродов – путем их рационального расположения.

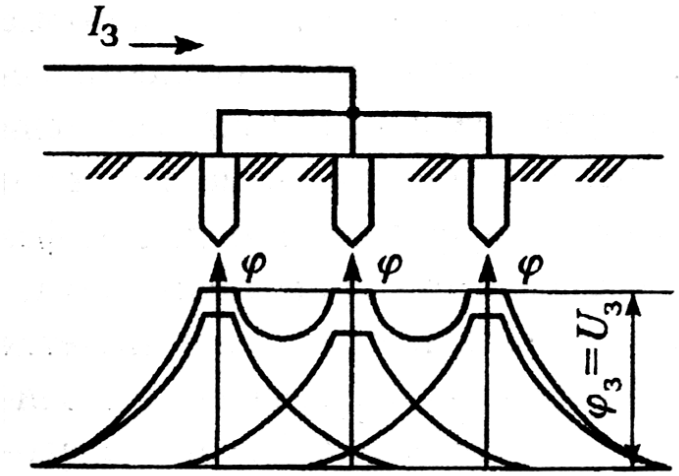


Рис. 1.18. Поле растекания тока контурного заземления

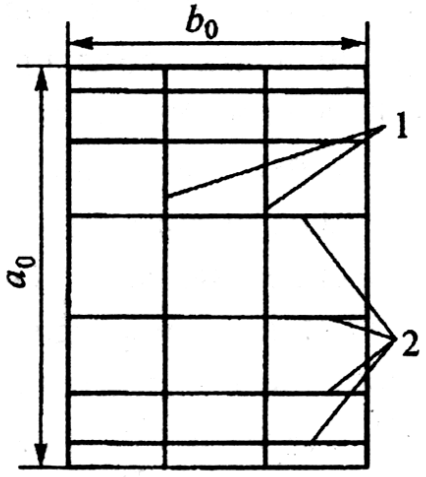


Рис. 1.19. Выравнивание потенциалов с помощью выравнивающих сеток: 1 – продольные, 2 – поперечные полосы

Основу выравнивающих сеток составляют заземляющие магистрали, расположение которых задается планом промышленного предприятия или планом подстанции.

В случаях, когда выравнивание потенциалов служит основным способом защиты от электропоражений, к нему предъявляют лишь одно главное требование: при всех расчетных нормальных и аварийных режимах электроустановки значения напряжений прикосновения и шага не должны превышать допустимых (с учетом длительности воздействия).

1.4.6. Электрическое разделение сетей

Электрические сети современных промышленных предприятий характеризуются сложной конфигурацией, разветвленностью и большой протяженностью. Они имеют значительную емкость и довольно низкие значения сопротивления изоляции. Токи замыкания на землю в таких сетях могут достигать больших величин. В сетях напряжением до 1 кВ большой протяженности прикосновение к фазе становится опасным, так как человек оказывается под напряжением, близким к фазному.

Если достаточно разветвленную сеть с большой емкостью и низким уровнем сопротивления изоляции разделить на ряд отдельных, сравнительно небольших сетей такого же напряжения, которые будут обладать небольшой емкостью и высоким уровнем сопротивления изоляции, опасность поражения существенно снизится. Так, если сеть напряжением 380 В имеет полное сопротивление изоляции $Z_{из} \geq 63$ кОм, а сопротивление цепи прикоснувшегося к одной из фаз человека составляет 1 кОм, то ток через человека не превысит 10 мА.

Одной из мер защиты в сетях напряжением до 1 кВ является применение разделительных трансформаторов, позволяющих изолировать отдельные электроприемники от разветвленной сети (рис. 1.20) и, следовательно, предотвратить воздействие на них возникающих в сетях токов утечки, повреждений изоляции, емкостных проводимостей, замыканий на землю, т. е. обстоятельств, которые повышают вероятность электропоражения.

Схемы включения разделительных трансформаторов выглядят следующим образом.

Вторичная обмотка разделительного трансформатора или корпус электроприемника, питающегося через него, не должны иметь ни заземления, ни связи с сетью зануления. Тогда при прикосновении к частям, находящимся под напряжением, или к корпусу электрооборудования с поврежденной изоляцией (см. рис. 1.20) не создается опасность, поскольку вторичная сеть достаточно короткая и токи утечки в ней, и емкостные токи имеют низкий уровень при исправной изоляции.

Если возникшее замыкание в одной фазе (точке А) не будет восстановлено, а затем произойдет повреждение изоляции другой фазы вторичной цепи (рис. 1.20, а), то предохранитель может перегореть только при металлической связи между точками А и Б. Если такой связи нет, на корпусе электроприемника будет напряжение по отношению к земле, величина которого зависит от соотношения R_1 и R_2. Это напряжение (если вторичное напряжение превышает соответственно 12 и 42 В) может оказаться опасным, если человек стоит на земле

или токопроводящем полу, а обувь имеет малое сопротивление. Чтобы уменьшить вероятность двойных замыканий на землю, к разделительным трансформаторам на вторичной стороне нельзя подключать сколько-нибудь разветвленную сеть. Так, при двух и более электроприемниках возможно замыкание в них со связью с землей в двух разных фазах (рис. 1.20, б). Такие двойные замыкания влекут за собой электропоражения. Поэтому каждый электроприемник должен иметь свой разделительный трансформатор.

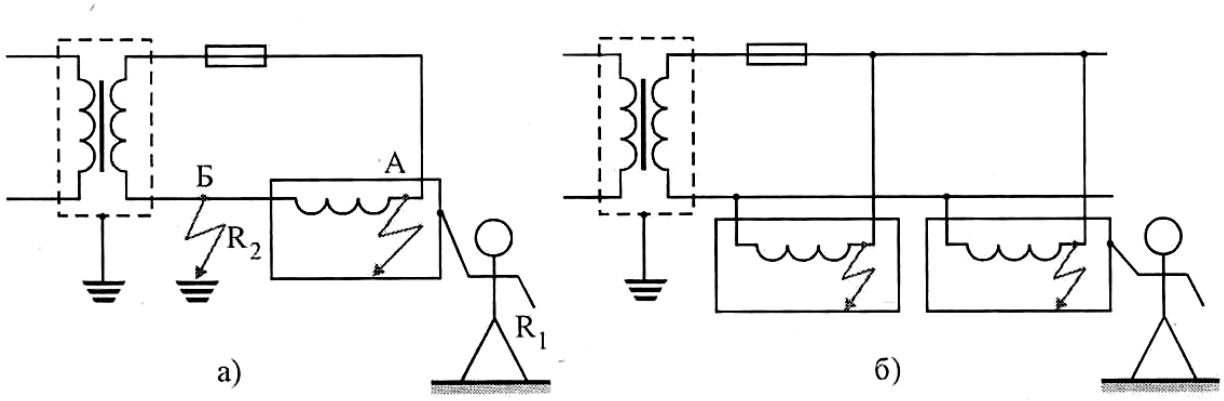


Рис. 1.20. Применение разделительных трансформаторов

Кроме схемы на рис. 1.20, возможна другая схема, которая применяется реже в виде разделения разветвленной сети на несколько приблизительно одинаковых сетей.

Трансформаторы, предназначенные для изолирования электроприемников от первичной сети заземления, должны удовлетворять специальным техническим условиям в отношении повышенной надежности конструкции и испытательных напряжений. От разделительного трансформатора может питаться только один электроприемник, оборудованный соответствующими средствами защиты (плавкий предохранитель, максимально-токовое реле и т. п.). Вторичное напряжение разделительных трансформаторов обычно не превышает 380 В. Заземление вторичной обмотки разделительных трансформаторов и питающихся от них электроприемников запрещается.

Для разделения сетей могут применяться не только трансформаторы, но и преобразователи частоты и выпрямительные установки, однако и преобразователи и выпрямители должны связываться с питающей их сетью через трансформатор. При прямом соединении или через автотрансформатор сеть остается единой и величина тока замыкания на землю не уменьшается.

Разделение сети посредством трансформаторов с коэффициентом трансформации отличным от единицы, преобразователей частоты и выпрямителей исключает возможность подключения к основной сети потребителей, которые по условиям безопасности должны быть от нее преобразователем, выпрямителем или трансформатором. Это обеспечивает дополнительную степень безопасности.

Электрическое разделение сетей обычно применяется в электроустановках напряжением до 1 кВ, эксплуатация которых связана с повышенной степенью

опасности (передвижные установки, ручной электрифицированный инструмент и т. п.).

Основная цель этой защитной меры – уменьшение величины тока замыкания на землю за счет повышения уровня сопротивления изоляции фаз сети, поэтому не допускается заземление нейтрали или обратного провода за разделительным трансформатором или преобразователем.

Опасность представляет возможность работы при глухом замыкании на землю во вторичной цепи, так как человек, прикоснувшийся к исправной фазе, попадает под линейное напряжение. В этом случае электрическое разделение сети не достигает цели. Чтобы избежать опасности возникновения замыканий на землю во вторичной сети, необходимо постоянно следить за состоянием изоляции трансформаторов, электроприемников, проводов вторичной сети и своевременно устранять повреждения.

1.4.7. Контроль и профилактика повреждений изоляции

Исправность изоляции – это основное условие безопасности эксплуатации, надежности электроснабжения и экономичности работы электроустановок.

При эксплуатации электрооборудования изоляция подвергается различным воздействиям, приводящим к изменению ее параметров (электрических, механических, химических и других). Эти параметры определяют поведение изоляционных материалов и позволяют судить о том, насколько они соответствуют своему назначению. Изменения состояния изоляции могут носить обратимый и необратимый характер. Обратимые изменения могут, например, вызвать незначительный нагрев или увлажнение. При необратимых процессах физическая или химическая структура материала изменяется в такой степени, что он становится непригодным для дальнейшей эксплуатации. Свойства изоляции изменяются также во времени (обычно свойства, определяющие техническую пригодность, со временем ухудшаются).

Основные причины, вызывающие старение изоляции, следующие:

- нагревание рабочими и пусковыми токами, токами короткого замыкания, теплом от посторонних источников, от солнечной радиации и т. д.;
- динамические усилия, которым подвергается изоляция в результате взаимодействия с токоведущими частями, вызывающие трещины, смещения и истирание изоляции;
- постоянное воздействие электрических полей, при котором происходит ионизация различных газовых включений, имеющихся в изоляции;
- коммутационные и атмосферные перенапряжения.

Большое влияние на срок службы изоляции оказывают также различные механические повреждения, возникающие, например, при недопустимых радиусах изгибов проводов и кабелей, чрезмерных растягивающих усилиях при прокладке и монтаже проводов и кабелей, вибрации и т. д. Существенное влияние на состояние изоляции оказывает пыль, содержащаяся в производственных помеще-

ниях, а также влажность и агрессивность окружающий среды (предприятия горнодобывающей, химической, текстильной, мукомольной промышленности).

Состояние изоляции в значительной мере определяет степень безопасности эксплуатации электроустановок. Поражение человека электрическим током обусловливается попаданием под разность потенциалов и возникновением замкнутой электрической цепи, одним из элементов которой является человек. Одно из основных средств, препятствующих возникновению этих опасных ситуаций – надежная электрическая изоляция элементов, находящихся под напряжением.

В электрических сетях с изолированной нейтралью сопротивление изоляции определяет величину тока замыкания на землю и, следовательно, величину тока, проходящего через тело человека. В сетях с заземленной нейтралью при неудовлетворительном состоянии изоляции часто происходят ее повреждения, приводящие к замыканиям на землю (корпус) и к коротким замыканиям. При замыкании на корпус возникает опасность поражения людей электрическим током вследствие их контакта с нетоковедущими частями, оказывающимися под напряжением.

Периодический контроль изоляции заключается в измерении ее сопротивления в действующей электроустановке после монтажа и производится периодически, в сроки, установленные Правилами, или же в случае обнаружения дефектов. Измерение согласно Правилам должно производиться на отключенной установке. При таком измерении определяется сопротивление изоляции отдельных участков сети, электрических аппаратов, трансформаторов, двигателей и т. п. Измеряется сопротивление изоляции каждой фазы сети относительно земли и между фазами на каждом участке между двумя последовательно установленными предохранителями, аппаратами защиты и т. п. или за последним предохранителем. Сопротивление изоляции одного участка в сетях напряжением до 1 кВ должно быть не ниже 0,5 МОм на фазу. Для электрических аппаратов и машин нормы другие, поэтому они отключаются от сети и измерение сопротивления их изоляции производится отдельно. Нормы сопротивления изоляции регламентированы в Правилах устройства электроустановок (ПУЭ), а также в отраслевых Правилах.

Сопротивление изоляции обычно измеряют специальными приборами – мегомметрами, принцип работы которых основан на методе наложения постоянного оперативного тока на контролируемую сеть. На рис. 1.21 изображена принципиальная схема наиболее распространенного мегаомметра типа М1101, имеющего два предела измерения.

Мегаомметр состоит из генератора постоянного тока Г, вращаемого от руки, измерительного магнитоэлектрического прибора, логометрической системы И и добавочных сопротивлений. Нормальная скорость вращения ручки прибора 120 об/мин. Переключатель П служит для переключения пределов измерения мегомметра.

Прибор имеет три зажима с надписями: «линия», «земля», «экран». Зажимы «линия» и «земля» присоединяют к объекту к земле в случае измерения сопротивления изоляции относительно земли или оба зажима присоединяют к электрическим цепям, между которыми измеряют сопротивление изоляции. Если ре-

зультат измерения сопротивления изоляции объекта может быть искажен поверхностными токами, проходящими по изоляции, то на изоляцию объекта накладывают экранные электроды, которые присоединяют к зажимам мегомметра «экран».

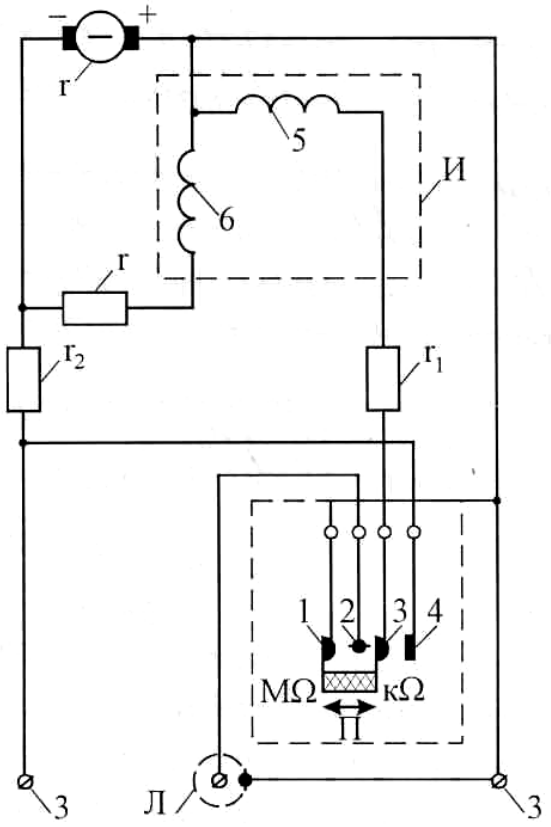


Рис. 1.21. Схема мегаомметра типа М1101

На верхнем пределе измерений (МΩ) замкнуты контакты 2 и 3 переключателя П. При этом образуется последовательная цепь: зажим Л – контакты 2 и 3 переключателя – сопротивление r_1 – рабочая рамка 5 логометра – генератор r – сопротивление r_2 – зажим З. Измеряемое сопротивление включается последовательно в цепь между зажимами Л и З.

При замкнутых накоротко зажимах Л и З и нормальной скорости вращения генератора стрелка логометра должна устанавливаться на начальной отметке шкалы (нуль). При разомкнутых зажимах Л и З и тех же условиях стрелка логометра должна устанавливаться на конечной отметке шкалы (бесконечность).

На нижнем пределе измерения (кΩ) замкнуты контакты 3, 4 и 1, 2 переключателя П. При этом образуется параллельная цепь: плюс генератора – рабочая рамка 5 – сопротивление r_1 – контакты 3 и 4 – сопротивление r_2 – минус генератора. При этом контакты 1 и 2 присоединяют зажим Л к плюсу генератора и измеряемое сопротивление оказывается подключенным параллельно сопротивлению r. В этом случае при замкнутых накоротко зажимах Л и З стрелка должна устанавливаться на отметке шкалы – бесконечность (верхний предел измерения), что соответствует нулю для нижнего предела.

Отечественной промышленностью выпускаются мегомметры с нормальным напряжением 100, 250, 500, 1000 и 2500 В. Мегомметры М1101 имеют номинальные напряжения холостого хода 100, 500 и 1000 В и пределы измерения соответственно 100, 500 и 1000 МОм. Мегомметры МС-05, МС-06 на 2500 В имеют схемы, несколько отличные от описанной выше.

В последние годы для периодического контроля изоляции применяются мегомметры типа Ф4102 (тип Ф4102/1 – на напряжение 100В; тип Ф4102/2 – на напряжения 500 и 1000 В) и ЭС0202 (тип ЭС0202/1 – на напряжения 100 и 250 В; тип ЭС0202/1-Г – на напряжение 500 В; тип ЭС0202/2 – на напряжения 500 и 1000 В; тип ЭС0202/2-Г – на напряжение 2500 В). Схемы этих мегомметров и порядок работы с ними приведены в [7].

При применении мегаомметров на 2500 В в электроустановках напряжением выше 1 кВ необходимо выполнить соответствующие требования техники безопасности по подготовке рабочего места и при измерениях строго соблюдать условия электробезопасности.

К периодическому контролю изоляции тесно примыкают профилактические испытания повышенным напряжением, широко применяемые в сетях напряжением выше 1 кВ и позволяющие выявлять и заменять участки с ухудшенной изоляцией и таким образом восстанавливать требуемый уровень сопротивления изоляции. Целесообразность этих испытаний не вызывает сомнений, однако они не получили широкого распространения в сетях напряжением до 1 кВ, хотя для этих целей разработан ряд устройств и установок [9].

Применение мегаомметров для измерения сопротивления изоляции отдельных видов электрооборудования и участков сетей не позволяет обеспечить высокий уровень безопасности, так как ток замыкания на землю и ток через человека определяется сопротивлением изоляции всей сети относительно земли, эксплуатирующейся в рабочем режиме. Для определения сопротивления изоляции всей сети измерения надо производить в обычном рабочем режиме, когда сеть находится под рабочим напряжением и к ней подключены все питающиеся потребители.

Такой контроль изоляции может быть осуществлен в сетях с различным режимом нейтрали, для чего рядом специалистов (Л.В Гладилин, В.И. Щуцкий, Е.Ф. Цапенко и др.) и организаций (МЭИ, МГГУ и др.) предложен широкий спектр способов и методов определения сопротивления изоляции как сетей в целом, так и отдельных фаз сетей относительно земли [3, 10, 13]. Большинство этих методов предусматривает применение измерительных приборов – амперметра, вольтметра или же ваттметра (метод амперметра-вольтметра; метод вольтметров; метод амперметра, вольтметра и ваттметра и др.) и выполнение расчетов определенной степени сложности по результатам измерений тока, напряжений или мощности. Эти методы широко использовались в 50-х – 80-х годах прошлого века при исследовании состояния изоляции электроустановок горнодобывающих предприятий в масштабах различных регионов и республик бывшего СССР [5, 10, 11].

Непрерывный контроль состояния изоляции

Периодические проверки состояния изоляции и испытания повышенным напряжением не исключают возможности аварийных повреждений, а следовательно, и поражений электрическим током. Чтобы уменьшить вероятность создания аварийных ситуаций, необходимо организовать постоянный контроль изоляции в действующих установках, что особенно важно в сетях с изолированной нейтралью. Замыкание на землю одной из фаз сети с изолированной нейтралью совершенно меняет характеристику сети. В нормальных условиях, когда сопротивления изоляции всех фаз относительно земли находятся в пределах нормы и сеть не имеет существенной емкости, случайное прикосновение человека к токоведущим частям не опасно.

Если в такой сети произойдет однофазное замыкание на землю, то напряжение двух других фаз (с исправной изоляцией) по отношению к земле повысится до линейного напряжения сети. В этом случае прикосновение человека, стоящего на земле (или проводящем полу), к токоведущей части одной из фаз с исправной изоляцией равносильно прикосновению к двум фазам. Таким образом, человек попадает почти под полное линейное напряжение, так как падение напряжения в цепи замыкания будет значительным, что обусловлено малыми переходными сопротивлениями обуви и пола по сравнению с сопротивлением тела человека.

Наиболее часто для контроля состояния изоляции применяют вольтметры или лампы (рис. 1.22).

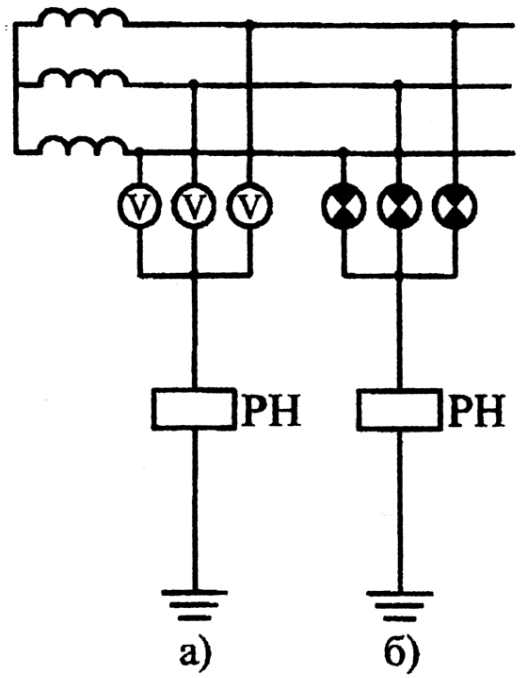


Рис. 1.22. Схема контроля изоляции с помощью трех вольтметров

Если сопротивления изоляции всех фаз относительно земли одинаковы, то каждый из вольтметров показывает фазное напряжение. Если сопротивление

одной из фаз резко снизится, то вольтметр, подключенный к этой фазе, покажет уменьшенное напряжение, два же других вольтметра покажут увеличение напряжения. В предельном случае при замыкании одной из фаз на землю подключенный к ней вольтметр покажет нуль, а два других вольтметра – линейное напряжение.

Контроль изоляции лампами и вольтметрами является некачественным. При подключении между фазами и землей и невысоком внутреннем сопротивлении они сами ухудшают состояние изоляции сети. Так, к примеру, если сопротивление вольтметров равно 2 кОм, то даже при идеальном состоянии сети прикосновение к фазе ($U_ф$ = 220 В) приведет к тому, что через человека ($R_{чел}$ = 1 кОм) будет проходить ток 130 мА, что безусловно опасно для жизни. Если сопротивление каждого вольтметра равно 65 кОм, то при однофазном прикосновении человека ток составит 18 мА, что также небезопасно. В отсутствие вольтметров ток составит около 6 мА. Таким образом, использование для контроля изоляции вольтметров с невысоким внутренним сопротивлением приводит к увеличению тока при однофазном прикосновении человека в 3 раза. Кроме того, вольтметры, применяемые для контроля изоляции, не реагируют на симметричное снижение сопротивления изоляции. В этом случае они показывают фазное напряжение, что вводит в заблуждение эксплуатационный персонал. Следует отметить, что вольтметры показывают соотношение сопротивлений изоляции фаз, а не их величины. Несмотря на перечисленные недостатки до сих пор для непрерывного контроля состояния изоляции применяют обычные лампы накаливания или низковольтные вольтметры, сопротивление которых значительно меньше сопротивления изоляции контролируемой сети. Как уже отмечалось, при таком контроле нарушаются условия безопасной эксплуатации.

Метод вольтметров можно рекомендовать, если в качестве контрольных использовать газоразрядные лампы (неоновые, аргоновые и др.); при этом вольтметры должны быть высокоомными.

Лучше всего осуществлять непрерывный контроль изоляции автоматическими устройствами. Непрерывный контроль сопротивления изоляции в общем случае предполагает решение следующих задач:

а) измерение сопротивления изоляции сети относительно земли во время работы электрической установки;

б) осуществление автоматической сигнализации (звуковой или световой) при снижении сопротивления изоляции ниже установленного предела;

в) отключение сети или ее отдельных участков при аварийном состоянии изоляции, например при однофазном замыкании на землю;

г) отключение сети при однополюсных прикосновениях человека к фазам сети (защитное отключение).

Последний вид контроля изоляции осуществляется, как правило, под рабочим напряжением контролируемой сети.

Приборы и устройства непрерывного контроля сопротивления изоляции, действующие на сигнал, должны удовлетворять следующим основным требованиям:

а) реагировать на активное сопротивление сети относительно земли и не реагировать на емкость фаз сети относительно земли;

б) реагировать как на симметричное, так и на несимметричное снижение сопротивления сети относительно земли;

в) иметь достаточно высокое внутреннее сопротивление, чтобы подключение прибора к сети не приводило к значительному снижению общего сопротивления сети по отношению к земле;

г) обладать достаточной чувствительностью;

д) не подавать ложные сигналы и не производить ложные отключения при различных коммутационных переходных процессах (включениях сети или отдельных ее участков под напряжение, выключение сети и др.);

е) обеспечивать необходимую точность измерения при колебаниях напряжения контролируемой сети;

ж) обеспечивать измерение активного сопротивления сети относительно земли и осуществлять предупредительную (звуковую или световую) сигнализацию о снижении сопротивления ниже установленного предела;

з) обладать достаточной надежностью при всех видах повреждений, на которые схема контроля рассчитана; чем проще она и чем меньше содержит реле и контактов, тем она надежнее.

Если устройство непрерывного контроля изоляции предназначено также для отключения сети или ее отдельных участков при повреждении изоляции, к нему предъявляют дополнительные требования:

а) устройство должно иметь защиту с наименьшим временем отключения $t_{\text{откл.}}$ Как известно, время отключения складывается из времени действия защиты $t_{\text{з}}$ и времени действия автомата или выключателя с приводом $t_{\text{в}}$, т. е.

$$t_{\text{откл}} = t_{\text{з}} + t_{\text{в}}.$$

Для таких устройств контроля с величина $t_{\text{откл}}$ принимается равной 0,1...0,2 с, т. е. отключение аварийного участка или всей сети должно происходить за 0,1...0,2 с;

б) должны быть исключены ложные срабатывания схемы защиты при различных переходных процессах, что особенно важно при быстродействующих отключениях;

в) схема прибора не должна реагировать на колебания напряжения сети в условиях отключения. Это требование обусловлено тем, что даже при допустимых колебаниях напряжения сети возможны ложные срабатывания;

г) схема прибора должна характеризоваться повышенной точностью измерения. Как известно, схемы непрерывного контроля изоляции должны работать при весьма малой силе тока, чтобы не послужить причиной снижения сопротивления фаз сети относительно земли. Обычно применяют электромагнитные реле мощностью порядка 0,1 ВА. При такой чувствительности реле и тщательной регулировке схемы можно рассчитывать, что отклонения будут находиться в пре-

делах от ±10 до ±20%. Попытки достичь большей точности срабатывания электромагнитного реле оказывались безуспешными;

д) должно происходить селективное отключение, т. е. устройство должно определять место повреждения и отключать только поврежденный участок сети.

В практике эксплуатации электроустановок наибольшее распространение получили устройства непрерывного контроля изоляции двух типов: на постоянном оперативном токе и вентильные.

Примером устройства первого типа является прибор ПКИ (рис. 1.23), который работает на постоянном оперативном токе, источником которого служит трансформатор $Т_р$ с выпрямителем В.

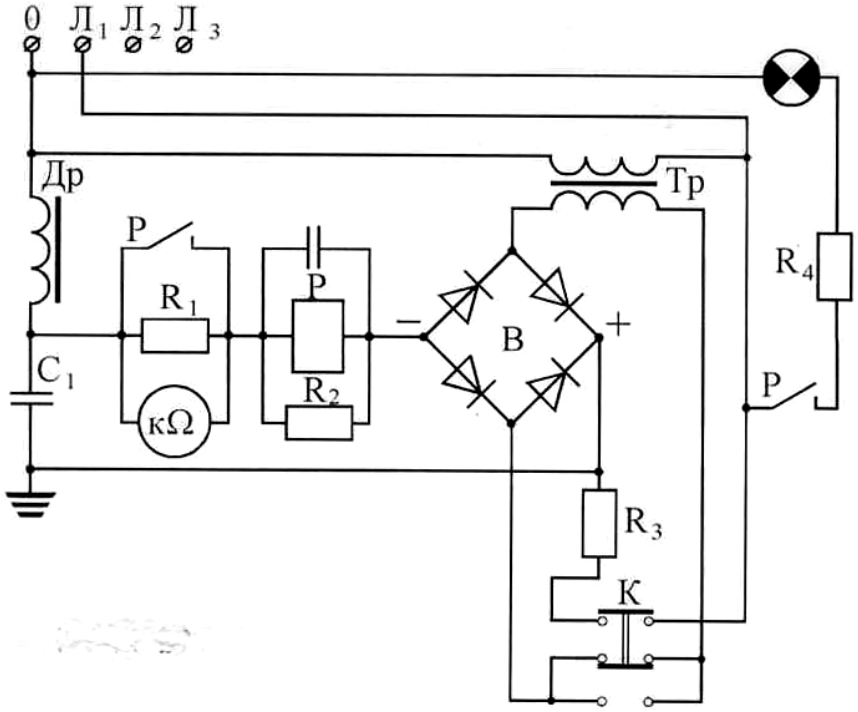


Рис. 1.23. Схема устройства ПКИ

Постоянный ток от зажима «+» выпрямителя В проходит по цепи через заземление в землю, сопротивления изоляции, фазные провода сети, фазные обмотки и нейтраль источника, дроссель $Д_р$, указатель Ω, реле Р – на зажим «–» выпрямителя В.

Чем ниже сопротивление изоляции, тем больший ток проходит через указатель и реле Р, тем больше отклонение стрелки указателя. При малых сопротивлениях изоляции или при глухом замыкании на землю стрелка указателя отклоняется на всю шкалу. Если сопротивление изоляции высокое, отклонения стрелки не наблюдается, так же как и при неисправности прибора. Таким образом, прибор ПКИ не осуществляет самоконтроля. Периодический контроль исправности прибора осуществляется кнопкой «контроль».

В случае снижения сопротивления изоляции ток, проходящий через указатель и реле, возрастает и стрелка отклоняется сильнее. При недопустимо низком сопротивлении изоляции (15–20 кОм) реле Р срабатывает и включает звуковой сигнал (звонок).

Существенным достоинством прибора ПКИ является небольшая величина измерительного постоянного тока – до 5 мА, что повышает безопасность эксплуатации.

Измерительная схема прибора ПКИ положена в основу схемы щитового прибора постоянного контроля изоляции ТКТ-60, разработанного МЭИ и предназначенного для передвижных электроустановок [14].

Устройства непрерывного контроля изоляции второго типа построены на принципе измерения сопротивления изоляции выпрямительным током. На рис. 1.24 показана простейшая вентильная схема – схема 3В (три вентиля).

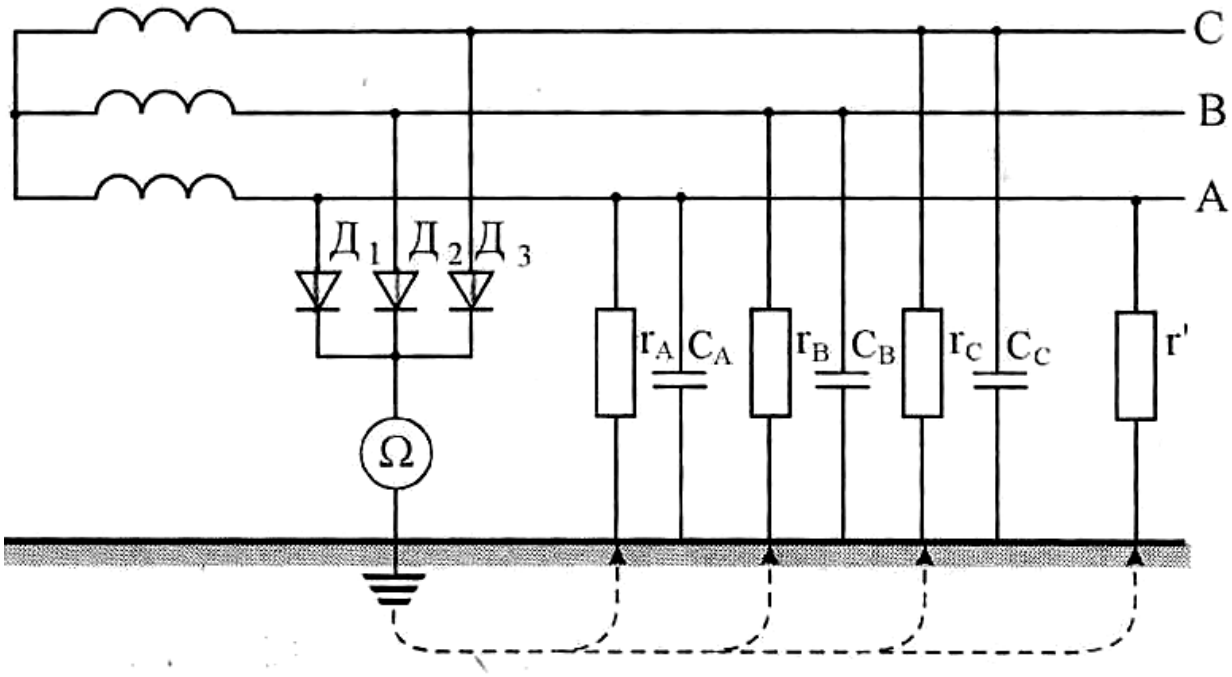


Рис. 1.24. Вентильная схема контроля изоляции

При положительной полуволне напряжения в фазе А ток проходит через вентиль $Д_1$, указатель Ω, заземлитель и сопротивления изоляции двух других фаз к источнику. Полярность фаз меняется, и поэтому постоянный ток проходит поочередно через вентили $Д_1$, $Д_2$ и $Д_3$, через указатель Ω и сопротивление изоляции.

Указатель Ω представляет собой магнитоэлектрический прибор. Через этот прибор проходит ток, выпрямленный тремя вентилями. Величина среднего значения этого тока зависит от величины общего сопротивления изоляции R, определяемого по формуле

$$R = \frac{r_A r_B r_C}{r_A r_B + r_B r_C + r_C r_A}.$$

При замыкании на землю ток через указатель определяется величиной эквивалентного сопротивления $R_э$

$$R_э = \frac{Rr'}{R + r'}.$$

Указатель градуируется в килоомах. Последовательно с указателем может быть включено реле, замыкающее сигнальную цепь, как в схеме на рис. 1.23.

Приборы контроля изоляции, собранные по вентильной схеме, не требуют источника оперативного тока и поэтому более компактны и просты по устройству. Однако они имеют некоторые недостатки: не осуществляют самоконтроля, так как при неисправности внутренних цепей прибор показывает «бесконечность», т. е. исправную изоляцию, и, кроме того, точность измерения зависит от колебаний напряжения в сети, а также от степени несимметрии сопротивлений изоляции.

В [13] приведены варианты вентильных схем, в которых частично устранены вышеотмеченные недостатки.

Принцип работы вентильных схем используется в устройствах защитного отключения, применяемых в промышленности. Наиболее широкое применение такие УЗО (типа УАКИ, УЗУТ, АЗАК, АЗТС, АЗУР и др.) получили в горнодобывающей промышленности, при строительстве городских подземных сооружений. Следует указать, что схемы таких УЗО являются комбинированными, для которых характерно сочетание вентильных схем с другими схемами (например, на токах нулевой последовательности). Измерительный прибор в схемах УЗО представляет собой миллиамперметр, переградуированный в килоомах. Точность показаний таких килоомметров не является высокой.

К оценке качества изоляции электроустановок относятся вопросы так называемой *двойной изоляции*. Под этой защитной мерой понимают применение двух независимых одна от другой ступеней изоляции – рабочей и дополнительной.

Рабочей или функциональной называют основную изоляцию, необходимую для работы машины (устройства, аппарата, прибора и др.) и служащую основной защитой оператора от поражения электрическим током. Рабочей изоляцией являются эмаль и оплетка обмоточных проводов, пазовая изоляция обмотки машин, пропиточные лаки и компаунды, изоляция жил кабеля и проводов внутренних соединений и др.

Дополнительной называют изоляцию, предусмотренную дополнительно к рабочей (независимую от нее), предназначенную для защиты оператора от поражения электрическим током в случае повреждения рабочей изоляции. Дополнительной изоляцией является пластмассовый корпус машины, изолирующая втулка и др.

Для дополнительной изоляции должны быть использованы материалы, отличающиеся по свойствам от материалов, применяемых в качестве рабочей изоляции, с тем, чтобы даже в самых неблагоприятных условиях эксплуатации или хранения машин одновременное повреждение рабочей и дополнительной изоляции было маловероятно.

Двойной называют комбинацию рабочей и дополнительной изоляций. Следует иметь в виду, что дополнительную изоляцию изготавливают, как правило, из пластмассы, которой присущи некоторые недостатки: недостаточная механическая прочность, ненадежность соединений с металлом, изменение механических свойств по мере старения. Эти свойства ограничивают область применения

двойной изоляции. Она используется в электрооборудовании небольшой мощности (электрифицированный ручной инструмент, некоторые переносные приборы).

При двойной изоляции заземление или зануление металлических частей запрещается, так как этим шунтируется дополнительная изоляция и ее преимущества сводятся на нет.

Соединение корпуса машины, имеющей двойную изоляцию, с заземляющим устройством недопустимо, так как это снижает безопасность работающего. В случае повреждения питающего провода этой машины или ее штепсельной вилки (розетки), при котором заземляющий провод окажется электрически соединенным с токоведущим проводом, корпус машины будет иметь потенциал одной из фаз. В случае отказа в срабатывании защитного аппарата или замедления его действия возможно поражение электрическим током.

Двойная изоляция считается мерой вполне достаточной для обеспечения электробезопасности. Поэтому электроинструментом и другими электроприемниками с двойной изоляцией разрешается пользоваться без применения других защитных средств (диэлектрических перчаток, бот и ковриков).

Электроприемники с двойной изоляцией требуют значительно большего ухода и внимания, чем обычные. Это относится прежде всего к периодическим проверкам состояния изоляции, в том числе к испытаниям повышенным напряжением, регулярной ревизии электроприемников, тщательному ежесменному уходу, особенно после работы в помещениях с токопроводящей пылью.

Лица, эксплуатирующие электроприемники, обязаны соблюдать требования инструкции по эксплуатации, бережно обращаться с ними, не подвергать их ударам, перегрузкам, воздействию влаги, грязи, нефтепродуктов. Кабель электроприемника должен быть защищен от случайного повреждения (например, подвешиваться); нельзя допускать соприкосновения кабеля с горячими и масляными поверхностями, подвергать кабель каким-либо нагрузкам (например, ставить на него груз), натягивать, скручивать. При любом перерыве в работе электроприемник нужно отключить от сети. При внезапной остановке его (например, при снятии напряжения с питающей сети, заклинивании движущихся частей и т. п.) он должен быть немедленно отключен.

Сверление отверстий, пробивка борозд в стенах, панелях и перекрытиях, в которых может быть расположена скрытая электропроводка, а также другие работы, при выполнении которых может быть повреждена изоляция электрических проводов и установок, должны выполняться по письменному наряду-допуску, определяющему безопасные условия работы. Работник, выдавший наряд, обязан оградить зону работы и снять напряжение с проводки. Если последнее выполнить невозможно, то работу можно производить только в диэлектрических перчатках. По окончании работы электроприемник должен быть очищен от пыли и грязи и сдан работнику, ответственному за его исправное состояние.

Для контроля соответствия требованиям безопасности электроприемник необходимо периодически освидетельствовать (не реже одного раза в шесть месяцев, а также после каждой разборки, если открывался доступ к щеткам, коллек-

тору, обмоткам, проводам внутренних соединений, выключателю и т. д.). Правом освидетельствования может обладать лицо, имеющее квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей. При освидетельствовании электроприемник должен быть очищен от пыли, грязи и подвергнут осмотру, обкатке и испытанию изоляции на электрическую прочность повышенным напряжением частотой 50 Гц в течение 1 мин: 1000 В – для рабочей изоляции; 1500 В – для дополнительной; 2500 В – для двойной или усиленной изоляции. Дата очередного освидетельствования должна быть обозначена на электроприемнике. Ремонт, ревизия и техническое обслуживание электроприемников должны выполняться только специальным персоналом. Запрещается эксплуатировать электроприемник при поломке или появлении трещин в корпусной детали, рукоятке или крышке щеткодержателя; при повреждении оболочки кабеля или его защитной трубки; с неустановленными или неисправными кожухами; при нечеткой работе выключателя; искрении щеток, сопровождающемся круговым огнем на коллекторе; при появлении повышенного шума, стука, вибрации.

1.4.8. Компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю

Ток замыкания на землю, а значит, и ток через человека в сети с изолированной нейтралью зависит не только от сопротивления изоляции, но и от емкости сети относительно земли.

Если емкость сети составляет 0,3 мкФ на фазу, то емкостное сопротивление относительно земли $x = \frac{1}{\omega C}$ =10,6 кОм, а проводимость – 0,0944 мСм. Если при этом сопротивление изоляции r = 50 кОм на фазу, а активная проводимость g = 0,02 мСм, то полная проводимость фазы относительно земли, равная $Y = g + jb$ = 0,0944 + j0,02 = 0,0966 мСм, по абсолютной величине очень мало отличается от емкостной. Дальнейшее увеличение сопротивления изоляции, очевидно, не уменьшит проводимости фазы относительно земли.

Поэтому при емкости сети $C \geq 0{,}3$ мкФ увеличение сопротивления изоляции выше 50 кОм не повышает полного сопротивления фазы сети относительно земли и не снижает ни тока замыкания на землю, ни тока через человека.

Если даже сопротивление изоляции всей сети очень велико (несколько десятков мегаом и выше) и его можно принять равным бесконечности, ток замыкания на землю определяется емкостью между фазами и землей. Ток замыкания на землю в трехпроводной сети ($Y_0 = 0$) при симметричных сопротивлениях изоляции и емкостях фаз относительно земли, т. е. при $r_a = r_b = r_c = r$; $g_a = g_b = g_c = g$; $C_a = C_b = C_c = C$ и $b_a = b_b = b_c = b$, равен

$$\dot{I}_з = Ug' \frac{3g + j3b}{g' + 3g + j3b} \ . \qquad (1.30)$$

где g' – проводимость в месте замыкания фазы на землю.

Принимая $r_a = r_b = r_c = r \to \infty$ и $g_a = g_b = g_c = g \to 0$, получаем ток замыкания на землю

$$\dot{I}_з = Ug' \frac{j3b}{g' + j3b}, \qquad (1.31)$$

не равный нулю, а при значительной емкости сети достигающий опасных значений.

Контроль и профилактика повреждений изоляции позволяют поддерживать ее сопротивление на высоком уровне. Емкость фаз относительно земли не зависит от каких-либо дефектов; она определяется общей протяженностью сети, высотой подвеса проводов воздушной сети, толщиной фазной изоляции жил кабеля, т. е. геометрическими параметрами. Поэтому емкость сети не может быть снижена. В процессе эксплуатации емкость сети меняется лишь за счет отключения и включения отдельных линий, что определяется требованиями технологии.

Поскольку уменьшить емкость сети практически невозможно, снижение тока замыкания на землю достигается путем компенсации его емкостной составляющей индуктивностью. В трехфазной сети нет необходимости включать индуктивность между каждой фазой и землей; компенсирующая катушка включается между нейтралью и землей, как показано на рис. 1.25, а.

При замыкании на землю в трехпроводной сети с изолированной нейтралью ток проходит через переходное сопротивление r′(проводимость g') и далее через сопротивление изоляции двух других фаз r_b и r_c (проводимости g_b и g_c) и параллельно через емкости C_b и C_c (проводимости b_b и b_c). Этот ток имеет две составляющие – активную I_r и емкостную I_c (рис. 1.25, б).

На векторной диаграмме, приведенной на рис. 1.25, в, показана сумма токов в «компенсированной» сети. К активной и емкостной составляющим тока замыкания на землю добавляются активный и емкостный токи компенсирующей катушки (наличие активной составляющей объясняется активными потерями в катушке). Емкостная и индуктивная составляющая находятся в противофазе и при настройке в резонанс взаимно уничтожают друг друга. Активные составляющие складываются, и ток замыкания на землю остается равным этой сумме: $I_{зк} = I_r + I_{ка}$. Величина тока замыкания на землю уменьшается, как это видно из сравнения абсолютных величин векторов тока $I_з$ и $I_{зк}$ на диаграмме, изображенной на рис. 1.25, в.

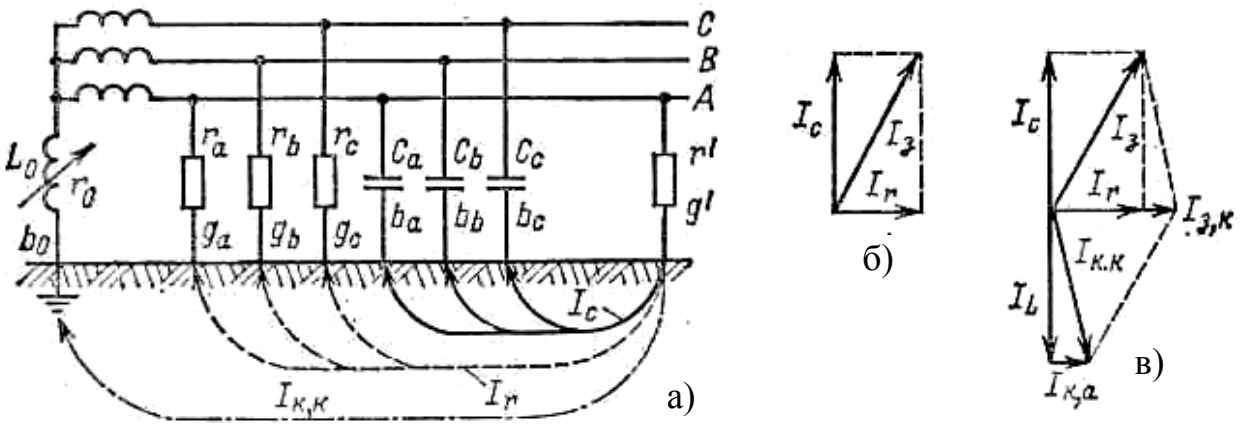


Рис. 1.25. Сеть с компенсированной нейтралью: а – схема включения дугогасящего реактора; б – векторная диаграмма для сети с изолированной нейтралью; в – векторная диаграмма для сети с компенсированной нейтралью

В случае неполной компенсации емкости наблюдается некоторая емкостная (при недокомпенсации) или индуктивная (при перекомпенсации) составляющая тока замыкания на землю. Однако и в этих случаях полный ток замыкания на землю снижается (рис. 1.26). Полная компенсация – явление сравнительно редкое, обычно бывают отклонения в ту или иную сторону.

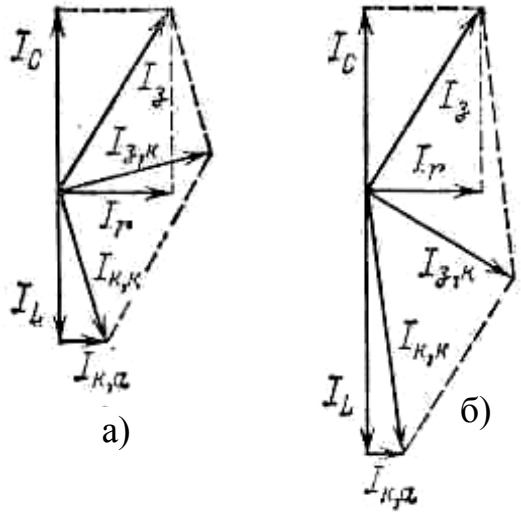


Рис. 1.26. Векторная диаграмма в случае с неполной компенсации

Расчет тока замыкания на землю без компенсации можно произвести, пользуясь выражением (1.30). При значительных величинах емкости проводимость b определяет величину тока замыкания на землю. В сетях напряжением выше 1 кВ активная проводимость изоляции невелика по сравнению с емкостной и не влияет на ток замыкания на землю. Для его расчета можно воспользоваться выражением (1.31).

При включении компенсирующей катушки нейтраль сети оказывается электрически соединенной с землей. В этом случае ток замыкания на землю, если принимать $g_a = g_b = g_c = g$, $b_a = b_b = b_c = b$ и $Y_0 = Y_{к.к} = g_{к.а} + jb_{кL}$, определяется из выражения

$$\dot{I}_з = Ug' \frac{3g + g_{к.а} + j(3b - b_{кL})}{g' + 3g + g_{к.а} + j(3b - b_{кL})}, \qquad (1.32)$$

где $g_{к.а}$ – активная проводимость катушки, обусловленная потерями в последней, т. е. $g_0 = g_{к.а}$; $b_{кL}$ – индуктивная проводимость катушки.

Если индуктивность катушки настроена в резонанс с емкостью сети, т. е. $b_{кL} = 3b$, или $L_0 = \frac{1}{3\omega^2 C}$, выражение (1.32) примет вид:

$$\dot{I}_з = Ug' \frac{3g + g_{к.а}}{g' + 3g + g_{к.а}}. \qquad (1.33)$$

Таким образом, при полной компенсации емкость сети относительно земли не влияет на ток замыкания на землю. Активная проводимость компенсирующей катушки невелика, так как потери в ней определяются в основном активным сопротивлением меди. Поэтому увеличение тока замыкания на землю за счет активной проводимости катушки гораздо меньше снижения его за счет компенсации емкости. При неполной компенсации члены $j\,(3b - b_{\text{кL}})$ в (1.32) не обращаются в нуль и остается небольшая емкостная или индуктивная составляющая. Снижение тока замыкания на землю приводит к уменьшению напряжений прикосновения и шага.

В сети с несимметричными проводимостями фаз сети относительно земли компенсация емкости не менее эффективна, чем при полной симметрии, однако при настройке на общую емкость для отдельных фаз будет наблюдаться некоторая расстройка. Полная компенсация в этом случае, очевидно, невозможна.

Область применения. Компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю применяется обычно в сетях напряжением выше 1 кВ. ПУЭ предписывает компенсацию, если ток замыкания на землю превышает: 10 А в сетях 35 кВ; 15 А в сетях 15–20 кВ; 30 А в сетях 6 кВ.

В схемах блоков генератор – трансформатор напряжением 6–20 кВ компенсация обязательна при токе замыкания на землю более 5 А.

При токе замыкания на землю 50 А и более обычно устанавливаются две компенсирующие катушки.

Компенсирующие катушки иногда называют дугогасящими, так как, уменьшая величину тока замыкания на землю, они способствуют гашению дуги между токоведущими и заземленными частями и, таким образом, ликвидации повреждения – замыкания на землю.

Иногда вследствие недоступности или отсутствия нейтрали источника дугогасящая (компенсирующая) катушка включается в нейтральную точку потребителя – трансформатора, синхронного компенсатора, двигателя и т. п. или в искусственную нейтральную точку.

В сетях напряжением до 1 кВ компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю преимущественно применяется в подземных сетях горнодобывающих предприятий. Компенсирующая катушка присоединяется к искусственной нейтральной точке, создаваемой схемным решением устройств защитного отключения.

Настройка компенсирующей катушки производится, как правило, отпайками, т. е. изменяется число витков, включенных в цепь, а значит, и индуктивность. Сравнительно редко применяются катушки с переменным воздушным зазором магнитопровода. Такое устройство должно иметь повышенную механическую прочность, так как в зазоре действуют значительные силы переменного знака.

Для настройки катушки применяется также подмагничивание постоянным током (рис. 1.27). Изменение величины подмагничивающего тока приводит к изменению магнитной проницаемости материала магнитопровода, а значит, и индуктивности катушки в широких пределах.

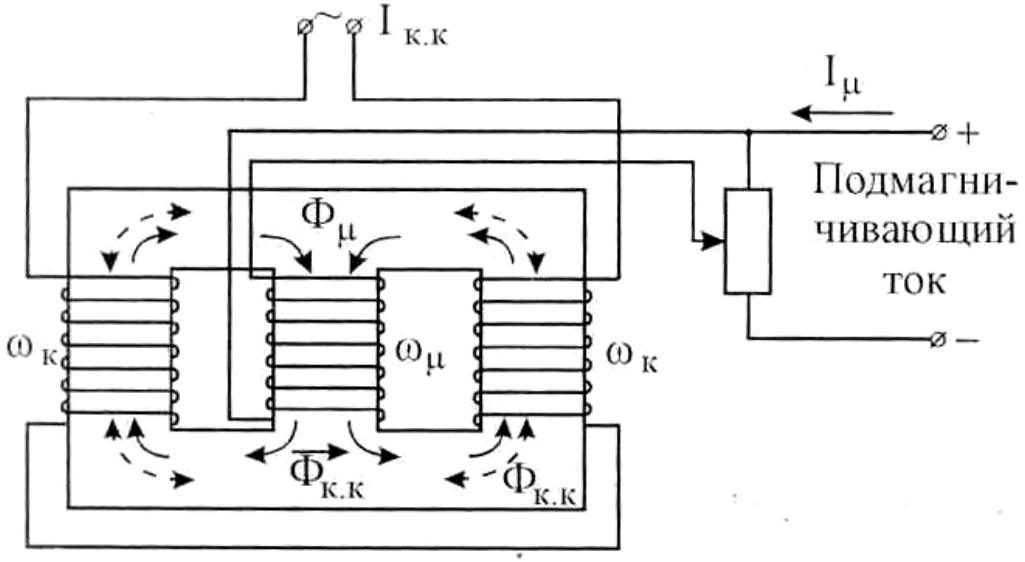


Рис. 1.27. Схема настройки реактора подмагничиванием постоянным током

Основная обмотка катушки $\omega_к$ разделена на две части и расположена на крайних стержнях магнитопровода. Магнитодвижущие силы обеих частей обмотки и магнитный поток $\Phi_{к.к}$ направлены по контуру, образованному наружными стержнями (пунктирные стрелки). Магнитный поток в среднем стержне равен нулю, и поэтому в подмагничивающей обмотке не наводится переменная э.д.с. Изменение тока I_μ в подмагничивающей обмотке ω_μ приводит к изменению магнитной проницаемости материала магнитопровода и, таким образом, к изменению индуктивности основной обмотки $\omega_к$, которая и является компенсирующей.

Недостаток такого метода настройки заключается в том, что катушка работает на криволинейной части кривой намагничивания, вследствие чего появляются высшие гармоники в цепи тока замыкания на землю. Этот недостаток возмещается плавной регулировкой индуктивности катушки в очень широких пределах, что позволяет добиваться достаточно полной компенсации. Кроме того, такая катушка может быть снабжена автоматическим регулятором для настройки.

Одна из схем автоматической настройки компенсирующей катушки показана на рис. 1.28. Компенсирующая катушка КК включена через искусственную нейтральную точку, образованную обмотками трехфазного трансформатора Т. Подмагничивающая обмотка питается от выпрямителя В, включенного в измерительную цепь. Источником оперативного тока для измерения емкости служит генератор Г частоты 5,0 кГц, который соединен с землей и с сетью через индуктивно-емкостный фильтр LC, настроенный в резонанс на частоту 5 кГц.

Оперативный ток проходит от генератора Г через выпрямитель В, собранный по мостовой схеме, через фильтр LC, по проводам сети через емкости фаз C_a, C_b, C_c (и частично через сопротивления изоляции) в землю и на другой полюс генератора. Значение оперативного тока определяется только величиной емкости, так как на такой частоте емкостное сопротивление мало (31,8 Ом на 1 мкФ), активное сопротивление изоляции на величину тока не влияет. Этот ток,

выпрямляясь, попадает на подмагничивающую обмотку. Таким образом, величина подмагничивающего тока зависит от величины общей емкости сети $\sum C = C_a + C_b + C_c$. С увеличением емкости сети увеличивается подмагничивающий ток и снижается индуктивность компенсирующей катушки.

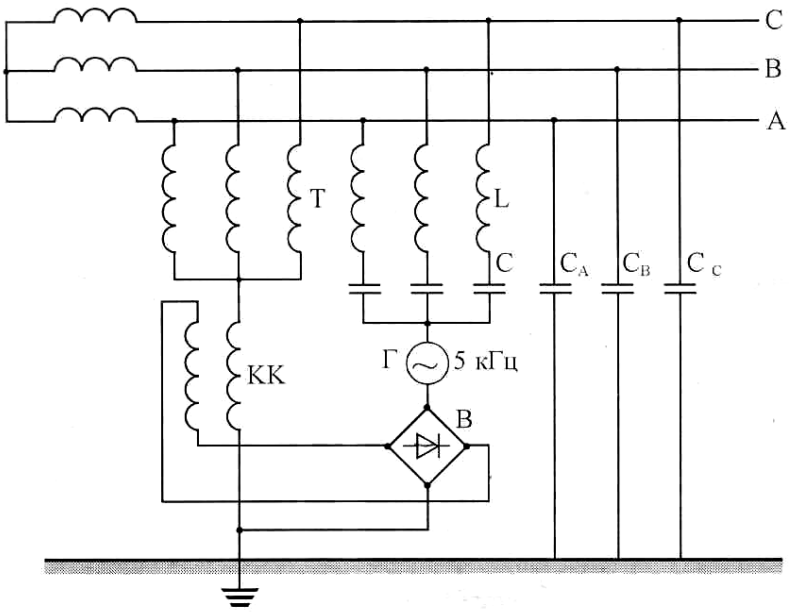


Рис. 1.28. Схема автоматической настройки дугогасящего реактора

Компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю эффективна в тех случаях, когда емкостная проводимость фаз сети относительно земли больше активной, и снижение полного тока замыкания на землю за счет компенсации емкостной составляющей значительно. Эта мера защиты применяется в дополнение к другим защитным мерам – защитному заземлению или отключению, так как в большинстве случаев самостоятельно безопасности не обеспечивает.

1.4.9. Защита от опасности при переходе напряжения с высшей стороны на низшую

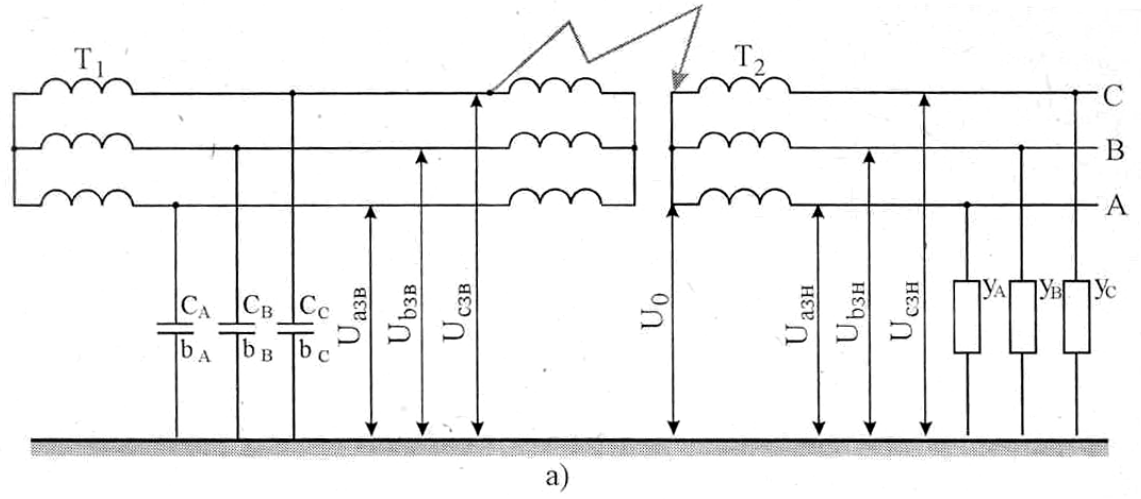
Повреждение изоляции в трансформаторе может привести не только к замыканию на корпус, но и к замыканию между обмотками разных напряжений. В этом случае на сеть низшего напряжения накладывается более высокое напряжение, на которое эта сеть не рассчитана. Наиболее опасен переход напряжения со стороны 6 или 10 кВ на сторону до 1000 В. Напряжение 35 кВ трансформируется в напряжение до 1000 В реже.

На рис. 1.29, а показано замыкание между обмотками трансформатора T_2 6000/380 В, причем сети высшего и низшего напряжения работают с изолированной нейтралью. Можно считать, что на стороне 6000 В емкостные проводимости фаз относительно земли одинаковы: $b_a \approx b_b \approx b_c \approx b$, и поэтому напряжения между фазами и землей симметричны и равны фазным напряжениям источника T_1:

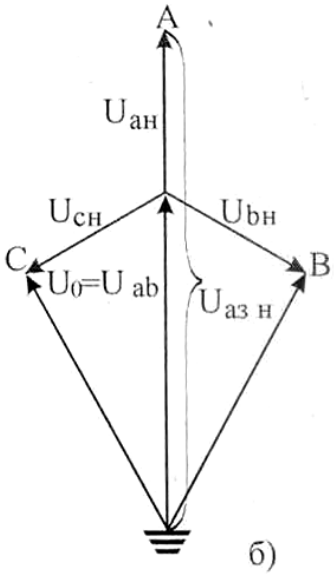
$$U_{азВ} = U_{bзВ} = U_{cзВ} = \frac{6000}{\sqrt{3}} = 3460 \text{ В}.$$

Так как нейтральная точка обмотки 380 В имеет контакт с фазой высшего напряжения, то между этой нейтральной точкой и землей существует также напряжение 3460 В. Если группа соединения обмоток трансформатора T_2 – $Y/Y_н$-12, то напряжение нейтральной точки обмотки высшего напряжения относительно земли совпадает с напряжением фазы А высшей стороны.

Напряжения фазных проводов сети 380 В равны сумме напряжения нейтрали относительно земли и фазных напряжений трансформатора T_2 (рис. 1.29 а, б).



а)



б)

Рис. 1.29. Переход напряжения в сети 6000/380 В:
а – замыкание между обмотками трансформатора Т2;
б – векторная диаграмма для стороны 380 В

Согласно диаграмме

$$U_{азН} = 3460 + 220 = 3680 \text{ В};$$

$$U_{bзН} = U_{cзН} = |3460 + a^2 \cdot 220| = |3460 + a \cdot 220| = 3350 \text{ В}.$$

В результате замыкания между обмотками сеть низшего напряжения оказывается под напряжением выше 1 кВ, на которое изоляция самой сети и подклю-

ченного электрооборудования не рассчитана. Последствием этого случая может быть повреждение изоляции, замыкание на корпус и появление опасных напряжений прикосновения и шага. В общем случае может быть замыкание между другими точками обмоток высшего и низшего напряжения, например между фазой А с высшей стороны и фазой В с низшей стороны и т. п., может быть любая группа соединений трансформатора T_2. В любом случае переход напряжения с высшей стороны на низшую – явление опасное.

Если нейтраль с низшей стороны заземлена (рис. 1.30, а), при контакте между обмотками происходит замыкание на землю. Ток замыкания на землю определяется фазным напряжением и емкостной проводимостью фаз относительно земли. Согласно ПУЭ сопротивление заземления должно быть $R_0 \leq 125/I_з$, это значит, что падение напряжения на заземлителе R_0, а следовательно, и напряжение нейтрали относительно земли не превышает 125 В. Из векторной диаграммы (рис. 1.30, б) нетрудно определить напряжение фаз сети 380 В относительно земли: $U_{азн} = 125 + 220 = 345$ В, $U_{взн} = U_{сзн} = |125 + a^2 220| = |125 + a220| = 190$ В. Эти напряжения не достигают 380 В, т. е. линейного напряжения.

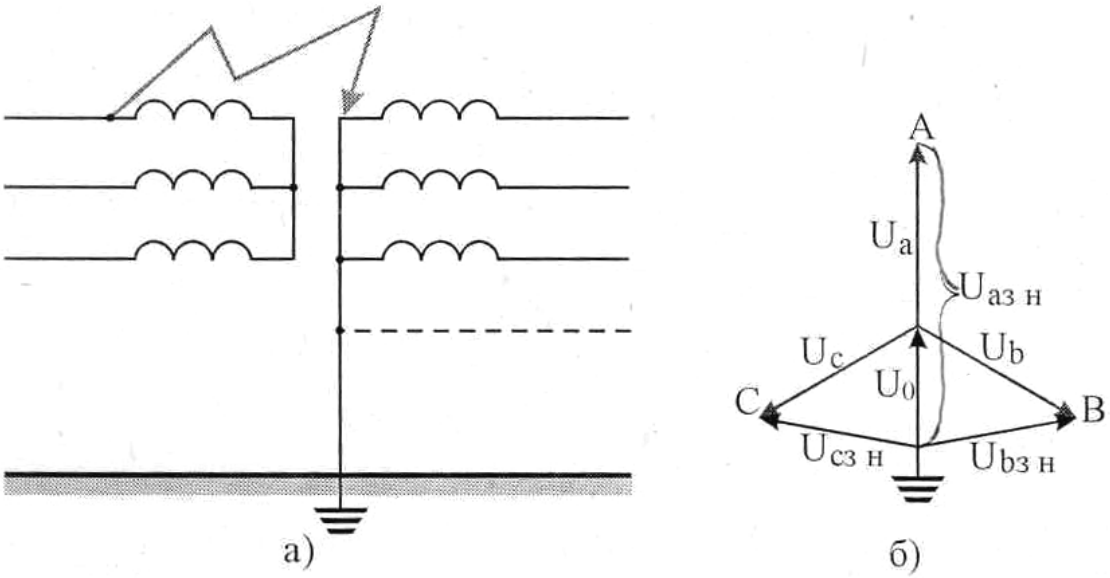


Рис. 1.30. Переход напряжения в сети с заземленной нейтралью:
а – схема замыкания; б – векторная диаграмма на стороне 380 В

Повторные заземления нулевого провода, включенные параллельно заземлению нейтрали, еще больше снижают напряжение относительно земли сети низшего напряжения.

Если в сети низшего напряжения заземление нейтрали недопустимо, то нейтраль соединяют с землей через пробивной предохранитель, который состоит из двух металлических дисков, между которыми находится тонкая слюдяная пластинка с четырьмя отверстиями. Один диск соединяется с нейтралью, другой – с заземлением (рис. 1.31, а). При недоступности нейтрали или отсутствии ее (соединение треугольником) пробивной предохранитель соединяется с фазой (рис. 1.31, б).

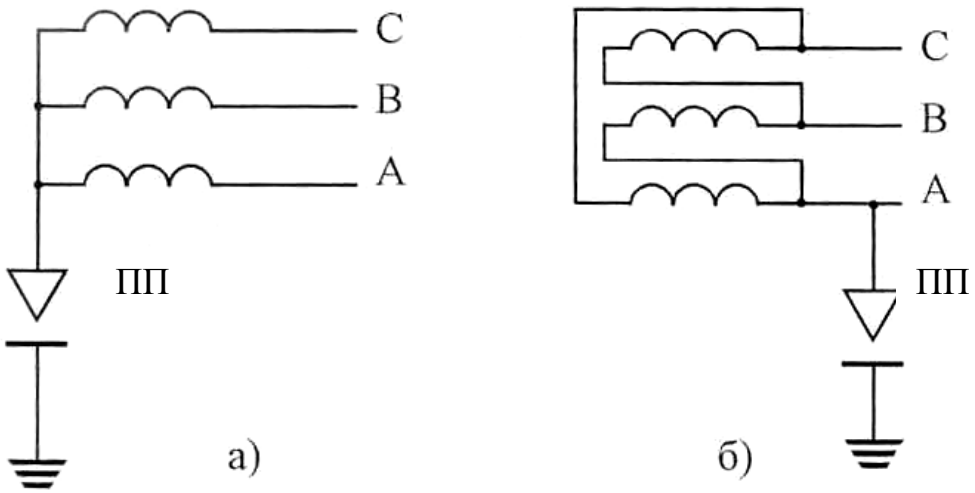


Рис. 1.31. Защита от перехода напряжения со стороны высшего на стороны низшего: а – подключение пробивного предохранителя к нейтрали; б – подключение пробивного предохранителя к фазе

В нормальных условиях сеть изолирована от земли. При переходе напряжения с высшей стороны на низшую на диске пробивного предохранителя ПП возникает достаточно высокий потенциал (около 500 В), при котором происходит пробой воздушного зазора между дисками через отверстия в слюдяной пластинке, и сеть оказывается заземленной. При этом установка автоматически отключается со стороны высшего напряжения или напряжение нейтрали сети со стороны низшего напряжения ограничивается относительно земли установленной величиной.

В сети с заземленной нейтралью при однофазных замыканиях на землю не возникают внутренние перенапряжения, представляющие опасность для изоляции и персонала. В этом случае рабочее заземление соответствует нормам ПУЭ, и, следовательно, напряжение смещения нейтрали не может повыситься.

В сети с изолированной нейтралью при определенных условиях могут возникнуть колебательные процессы. Повреждение изоляции и появление индуктивности в цепи тока замыкания на землю могут привести к резонансу, а, следовательно, к перенапряжениям промышленной частоты.

Проведенные исследования показали, что напряжения неповрежденных фаз относительно земли могут принимать значения того же порядка, что и напряжения смещения нейтрали. Полученные результаты опровергают мнение о том, что кратность перенапряжений не превышает 4–5 относительно номинальных значений напряжений.

Одним из основных условий безопасной эксплуатации сетей с изолированной нейтралью при переходе напряжения с высшей стороны на низшую является контроль состояния пробивных предохранителей.

В соответствии с ПУЭ сети напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью, связанные через трансформаторы с сетями напряжения выше 1 кВ, должны

быть защищены от опасности, возникающей при повреждении изоляции между обмотками со стороны высшего и низшего напряжений, пробивным предохранителем, установленным в нейтрали или фазе на стороне низшего напряжения. Этими же правилами установлена необходимость контроля целостности пробивных предохранителей для сетей напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью.

Электротехнические правила предусматривают проверку состояния пробивных предохранителей в установках напряжением до 1 кВ при капитальном ремонте, текущем ремонте (не реже одного раза в год) и во взрывоопасных установках (не реже одного раза в месяц), а также при предположении об их срабатывании. Эти требования являются неполными, так как контроль состояния пробивных предохранителей должен быть непрерывным.

Следует отметить, что в практике эксплуатации наблюдается частый пробой пробивных предохранителей, вызванный в основном внутренними перенапряжениями. Пробой может длительное время оставаться незамеченным и сеть будет работать в полуаварийном режиме, что может привести к нежелательным последствиям. Если пробой предохранителя останется незамеченным (сварены электроды и повреждена слюдяная прокладка), то сеть будет работать в режиме с заземленной нейтралью без металлической связи корпусов электрооборудования с нейтралью трансформатора. В этом случае при однофазных замыканиях сеть не будет отключаться защитой, и случайное прикосновение человека к одной из фаз приведет к образованию цепи фаза – человек – земля – нулевая точка – фаза, то есть человек будет поражен током. При образовании такой цепи изоляция проводов защитной роли не играет. Такого рода поражения электрическим током встречаются на практике.

При протекании тока по цепи фаза – земля – нулевая точка и параллельным цепям со значительным переходным сопротивлением возможны местные перегревы, которые могут привести к пожарам. И, наоборот, при малом сопротивлении этой цепи возможны нежелательные отключения, снижающие надежность электроснабжения, что особенно важно при непрерывном технологическом процессе.

Пробой пробивного предохранителя довольно частое явление. Переход напряжения с высшей стороны на низшую с одновременным пробоем может происходить на выводах трансформатора, а также при попадании оборвавшегося провода воздушной линии высокого напряжения на линию низкого напряжения. Часто пробои вызываются грозовыми разрядами. Кроме того, некачественное изготовление предохранителей, загрязнение разрядного промежутка и другие явления, не связанные с возникновением аварийных режимов, также могут привести к пробоям.

Основываясь на существующих конструкциях пробивного предохранителя, опыте их эксплуатации, а также результатах лабораторных испытаний, можно сформулировать те требования, которым должно удовлетворять устройство контроля состояния предохранителя:

- должно быть надежным в эксплуатации и не зависеть от режима работы силового трансформатора, в свою очередь оно не должно снижать надежность и ухудшать условия безопасности работы электроустановки;
- должно быть универсальным и пригодным для контроля пробивных предохранителей в сетях любого напряжения до 1 кВ независимо от места подключения предохранителя (к нейтрали или фазе трансформатора);
- должно быть чувствительно даже к кратковременному воздействию тока силой 0,5 А;
- должно реагировать только на пробой данного предохранителя и не реагировать на пробой предохранителей параллельно работающих трансформаторов, а также на повреждениях в сети других видов;
- обеспечивать непрерывный контроль с фиксацией пробивного импульса в момент его возникновения;
- срабатывание должно сопровождаться звуковым сигналом;
- должно быть достаточно простым в изготовлении и монтаже;
- его схема должна основываться на применении стандартных деталей.

Существующие схемы контроля состояния пробивных предохранителей не удовлетворяют указанным требованиям.

На рис. 1.32а показана схема, в которой параллельно пробивному предохранителю ПП установлен газоразрядный световой прибор Л с добавочным сопротивлением R1. Состояние предохранителя определяется по свечению лампы только в момент кратковременного искусственного заземления одной из фаз сети через ограничивающий резистор R2. Недостатки подобных схем следующие: не обеспечивается постоянный контроль; контролируется только устойчивое металлическое замыкание между электродами предохранителя; не исключается отказ в срабатывании предохранителя при перенапряжениях, так как пробивной предохранитель постоянно шунтирован контролирующим прибором; в момент проверки состояния предохранителя снижается электробезопасность эксплуатации электроустановки, так как одна из фаз заземляется через резистор, величина сопротивления которого должна быть достаточно малой, чтобы обеспечить нормальную светимость неоновой лампы.

Таким образом, несмотря на сравнительную простоту таких схем и то, что они позволяют контролировать состояние изоляции сети низкого напряжения, рекомендовать их для широкого применения нельзя.

Схема контроля состояния пробивного предохранителя с использованием двух вольтметров V1 и V2 (рис. 1.32, б) по сравнению с предыдущей схемой более совершенна, но тоже имеет существенные недостатки: отсутствует звуковой сигнал при пробое предохранителя, а следовательно, если после пробоя восстанавливается разрядный промежуток, то пробой не будет зафиксирован; пробивной предохранитель постоянно шунтирован вольтметров V, т. е. нейтраль или фаза уже электрически связана с землей.

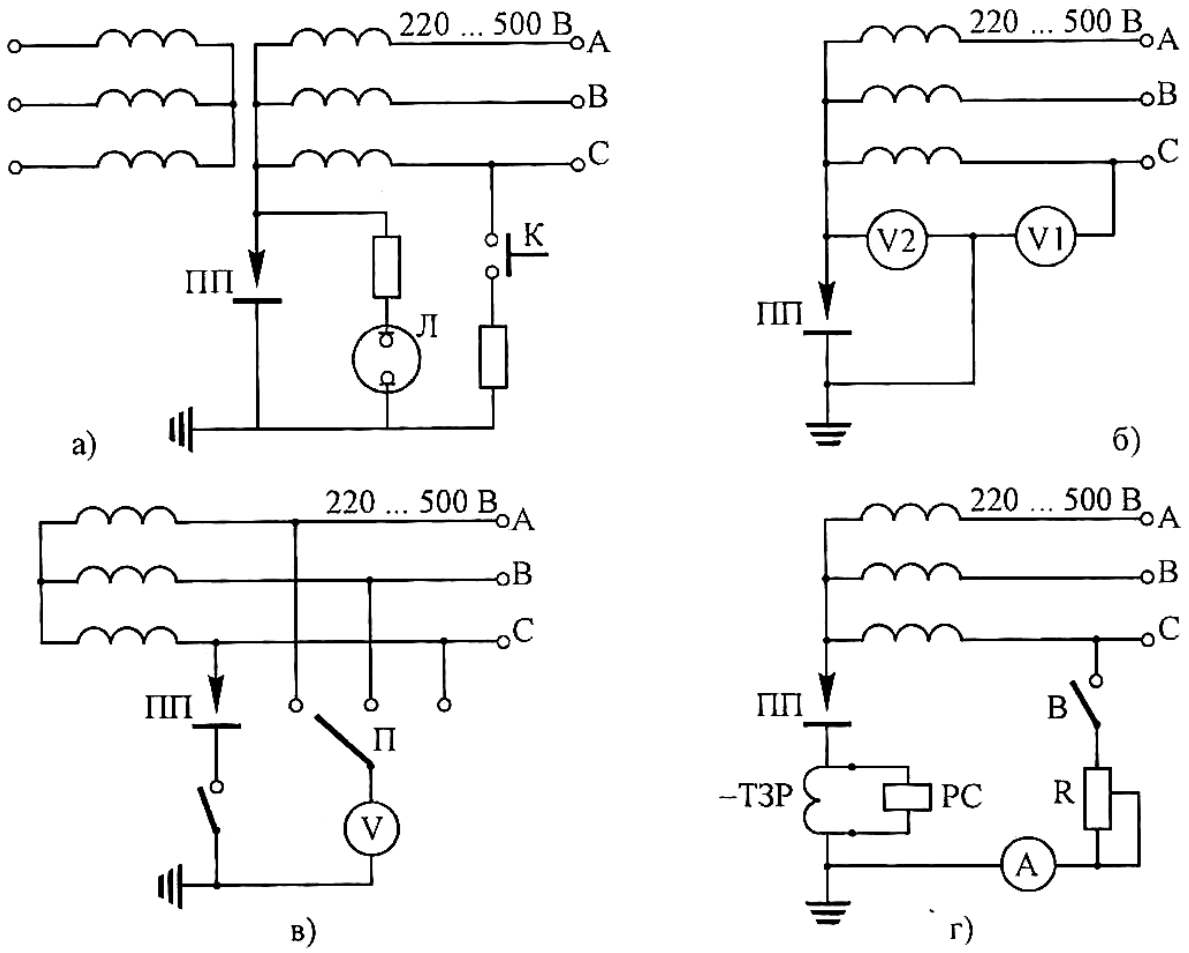


Рис. 1.32. Контроль состояния пробивного предохранителя: а – на газоразрядной лампе; б – с помощью двух вольтметров; в – с помощью вольтметра и контроля изоляции; г – с использованием трансформатора тока в нулевой последовательности

Схема, показанная на рис. 1.32,б дает удовлетворительные результаты лишь для сетей малой протяженности, т. е. при малых токах утечки. В протяженных сетях один вольтметр часто показывает нуль, а другой – фазное напряжение, независимо от целостности пробивного предохранителя. Эту схему, несмотря на то, что она проста и дает возможность контролировать изоляцию, также нельзя рекомендовать для широкого применения.

В схеме рис. 1.32,в пробивной предохранитель установлен на фазном проводе до разъединителя в помещении распределительного устройства (до 1 кВ). В качестве отключающего устройства применен пакетный выключатель. В этом случае пробой пробивного предохранителя обнаруживается по показанию вольтметра контроля изоляции V. Пакетный выключатель позволяет определить, что произошло: замыкание на землю или пробой пробивного предохранителя. Однако схема также имеет недостатки: отсутствует постоянный контроль состояния предохранителя и звуковой сигнал при его пробое; установка выключателя в цепи пробивного предохранителя без принятия соответствующих мер может привести к ошибочному выключению предохранителя.

Для контроля состояния пробивного предохранителя предложена схема с использованием трансформатора тока нулевой последовательности типа ТЗР и сигнального реле РС (рис. 1.32, г). Для контроля состояния предохранителя дежурный персонал периодически включает цепь регулируемого резистора R и, выводя его, убеждается в отсутствии тока в данной цепи. Если же ток возникает, а приборы контроля изоляции не зафиксировали повреждение, то предполагается, что предохранитель пробит. Окончательный вывод о его состоянии можно сделать, повысив силу тока до величины срабатывания сигнального реле РС. Эта схема также имеет недостатки:

- низкая чувствительность к токам пробоя предохранителя, так как сила первичного тока срабатывания устройства должна быть не менее 13–15 А. Чувствительность этого устройства не может быть повышена увеличением числа первичных витков трансформатора ТЗР (или ТЗЛ), так как в цепи пробивного предохранителя в этом случае возникает значительное индуктивное сопротивление, что противоречит самой идее применения предохранителя;
- при включении цепи реостата R на время проверки предохранителя одна из фаз заземляется через малое сопротивление, что создает в сети режим повышенной опасности.

Анализ рассмотренных схем показывает, что они не отвечают ряду необходимых требований, основным из которых является непрерывный контроль целостности пробивного предохранителя.

В последние годы ведутся разработки устройств непрерывного контроля целостности пробивных предохранителей. Одно из таких устройств разработано для предприятий химической промышленности и описано в [9]. Оно обеспечивает контроль при напряжениях 350 и 700 В с сигнализацией пробоя.

1.4.10. Применение малых напряжений

Если номинальное напряжение электроустановки не превышает длительно допустимой величины напряжения прикосновения, то даже одновременный контакт человека с токоведущими частями разных фаз или полюсов будет безопасен. Наибольшая степень безопасности достигается при напряжениях 6–10 В, так как при таком напряжении ток, проходящий через человека, не превысит 1–1,5 мА, но в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных он может в несколько раз превысить эту величину. Однако даже если принять сопротивление тела человека равным 1 кОм, то ток не превысит величины 10 мА.

На практике применение малых напряжений ограничено различными бытовыми приборами (игрушки, карманные фонари и т. п.) и шахтерскими ручными аккумуляторными светильниками. В производственных переносных электроустановках с целью повышения безопасности применяются напряжения 12 и 36 В. В помещениях с повышенной опасностью, где применяется напряжение 36 В, сопротивление тела человека можно принять равным 2 кОм, и ток, проходящий через человека, может быть $I_ч = 36 : 2 = 18$ мА. Такой ток для большинства людей является неотпускающим. В особо опасных помещениях, где ручной элек-

троинструмент питается напряжением 36 В, а ручные лампы – 12 В, ток, проходящий через человека, может быть еще выше. В таких помещениях сопротивление тела человека не превышает 1 кОм и ток через человека при напряжении 36 В равен 36 мА, при 12 В – 12 мА. Ввиду того, что одним применением малых напряжений не достигается достаточная степень безопасности, дополнительно принимаются другие меры защиты – обеспечение недоступности токоведущих частей, двойная изоляция, защита от случайных прикосновений и др.

Однополюсное прикосновение к токоведущим частям, а также прикосновение к оказавшемуся под напряжением корпусу, даже незаземленному, при малом напряжении безопасно, так как ток через человека даже при прикосновении к фазе определяется сопротивлением изоляции и малым напряжением согласно выражениям:

- для трехфазных сетей

$$I_{\text{ч}} = \frac{3U_{\text{ф}}}{3R_{\text{ч}} + Z};$$

- для однофазных сетей

$$I_{\text{ч}} = \frac{U}{2R_{\text{ч}} + Z}.$$

В небольшой сети малого напряжения, чаще всего состоящей из одного трансформатора и одного потребителя, емкость практически равна нулю и сопротивление изоляции – несколько сотен килоом. Даже если принять $Z = r = 10$ кОм (что недопустимо мало), ток через человека, прикоснувшегося к незаземленному корпусу, имеющему контакт с токоведущими частями в сети 36 В (фазное напряжение $U = 21$ В), равен:

$$I_{\text{ч}} = \frac{3 \cdot 21}{3 \cdot 1 + 10} = 4{,}85 \text{ мА}.$$

В такой же однофазной сети имеем:

$$I_{\text{ч}} = \frac{36}{2 \cdot 1 + 10} = 3 \text{ мА}.$$

В действительности эти токи еще меньше вследствие более высокого сопротивления изоляции.

Источником малого напряжения может быть батарея гальванических элементов, аккумулятор, выпрямительная установка, преобразователь частоты и трансформатор. Аккумуляторы и гальванические элементы независимы от стационарных сетей, но неудобны в эксплуатации.

Выпрямительная установка, применяемая как источник малого напряжения, должна соединяться с питающей сетью через понизительный трансформатор. Включение выпрямителей через автотрансформатор не допускается, так как токоведущие части сети малого постоянного напряжения в этом случае электрически связаны с сетью высшего напряжения.

Преобразователи частоты позволяют при той же мощности уменьшить габариты и массу электродвигателей, питающихся током повышенной частоты – 200, 400 Гц и более. Снижение массы ручного электроинструмента улучшает условия труда, так как уменьшает физическую нагрузку рабочего. Повышение электробезопасности при этом достигается только за счет малого напряжения, так как ток частотой 200, 400 и даже 500 Гц опасен так же, как и 50 Гц. В разветвленных сетях опасность даже повышается вследствие увеличения емкостной проводимости фаз относительно земли.

Наиболее часто, как источники малого напряжения, применяются понизительные трансформаторы. Они отличаются от других источников малого напряжения простотой конструкции и большей надежностью. Единственно слабое место понизительных трансформаторов – возможность перехода высшего напряжения первичной обмотки на вторичную. В этом случае прикосновение к токоведущим частям или к незаземленному корпусу, оказавшемуся под напряжением, в сети малого напряжения равноценно такому же прикосновению в сети высшего напряжения (рис. 1.33, а). С целью уменьшения опасности при переходе высшего первичного напряжения на сторону вторичного малого напряжения вторичная обмотка трансформатора заземляется или зануляется.

Применение в качестве источника малого напряжения автотрансформатора запрещено, так как сеть малого напряжения в этом случае оказывается связанной с сетью высшего напряжения (рис. 1.33, б), что в трансформаторах бывает только при повреждениях изоляции между обмотками.

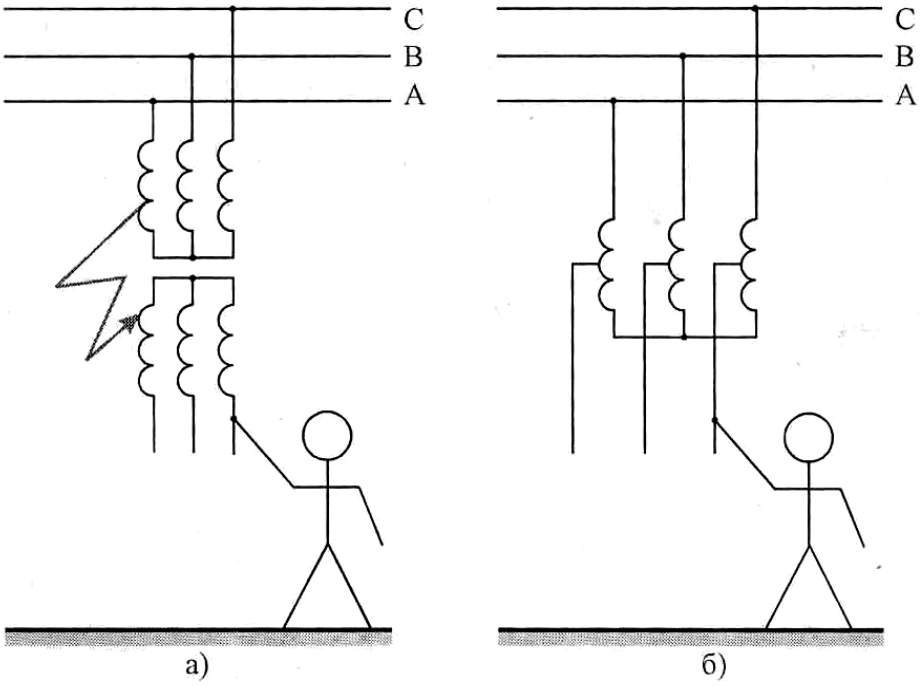


Рис. 1.33. Возможность перехода высшего напряжения первичной обмотки на вторичную: а – схема с понизительным трансформатором; б – схема с автотрансформатором

Применение малых напряжений – весьма эффективная защитная мера, но ее широкому распространению мешает невозможность осуществления протяженной сети малого напряжения. Поэтому источник малого напряжения должен быть максимально приближен к потребителю. Вследствие того, что потребители рассредоточены на значительных территориях, надо устанавливать источники на небольшую группу потребителей или даже на каждый потребитель, что экономически невыгодно. Применение большого количества гальванических или аккумуляторных батарей вызвало бы серьезные неудобства в эксплуатации, а применение большого числа трансформаторов экономически невыгодно, так как приводит к большому расходу дефицитных материалов, удорожанию установки, увеличению потерь и к снижению cosφ.

Вследствие этих недостатков область применения малых напряжений на производстве ограничивается ручным электрифицированным инструментом, ручными и станочными лампами местного освещения, которые эксплуатируются в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных.

1.4.11. Обеспечение недоступности токоведущих частей

Прикосновение к токоведущим частям всегда может быть опасным, даже в сети напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью с хорошей изоляцией и малой емкостью, не говоря уже о сетях с заземленной нейтралью и сетях напряжением выше 1 кВ. В последнем случае опасно даже приближение к токоведущим частям.

В электроустановках напряжением до 1 кВ применение изолированных проводов уже обеспечивает достаточную защиту от напряжения при прикосновении к ним. Изолированные провода, находящиеся под напряжением выше 1 кВ, не менее опасны, чем голые, так как незаметные на глаз повреждения изоляции могут не обнаружиться, если провод в данном месте не имеет контакта с заземленными частями. Человек, прикоснувшийся к проводу, попадает под напряжение. Кроме того, зачастую провода с изоляцией, не рассчитанной на напряжение выше 1 кВ, прокладываются на изоляторах, как голые. Чтобы исключить возможность прикосновения или опасного приближения к неизолированным токоведущим частям, должна быть обеспечена недоступность последних посредством ограждения, блокировок или расположения токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте.

Ограждения применяются как сплошные, так и сетчатые с размером ячей сети не более 25 × 25 мм. Сплошные ограждения в виде кожухов и крышек применяются в электроустановках напряжением до 1кВ. Использование съемных крышек, закрепляющихся болтами, не обеспечивает надежной защиты, так как зачастую крышки снимаются, теряются или используются для других целей, вследствие чего токоведущие части остаются на долгое время открытыми. Более надежны крышки, укрепленные на шарнирах, запирающиеся на замок или запор, открывающийся только специальным ключом или инструментом. Сетчатые ограждения

имеют двери, запирающиеся на замок. Высота сетчатых ограждений в закрытых распределительных устройствах выше 1 кВ – не менее 1,7 м, в открытых – 2,0 м.

Блокировки применяются в электроустановках, в которых часто производятся работы на ограждаемых токоведущих частях (испытательные стенды, установки для испытания изоляции повышенным напряжением и т. п.) Блокировки устанавливаются также в электрических аппаратах – рубильниках, пускателях, выключателях и других устройствах, работающих в условиях с повышенными требованиями безопасности (судовые, подземные и подобные им электроустановки).

Блокировки по принципу действия разделяются электрические и механические.

Электрические блокировки осуществляют разрыв цепи специальными контактами, которые устанавливаются на дверях ограждений, крышах и дверцах кожухов.

Если управление электроустановкой производится дистанционно, блокировочные контакты включаются в цепь управления пускового аппарата. Наиболее целесообразно применение для этой цели магнитного пускателя или контактора, так как блокировочные контакты при открывании дверей размыкают цепь катушки пускателя (рис. 1.34). При обрыве этой цепи электроустановка отключается, как и при открывании дверей. Это предотвращает возможность несчастного случая при неисправной цепи блокировки. Электроустановка не может быть включена при закрывании дверей, так как замыкания блокировочных контактов еще недостаточно: для включения электроустановки требуется нажать кнопку пуска. Поэтому если оператор вошел внутрь ограждения, он не может оказаться под напряжением при случайном закрывании дверей. Включение блокировочных контактов в силовую цепь не исключает этой возможности, и такая схема блокировки не должна применяться.

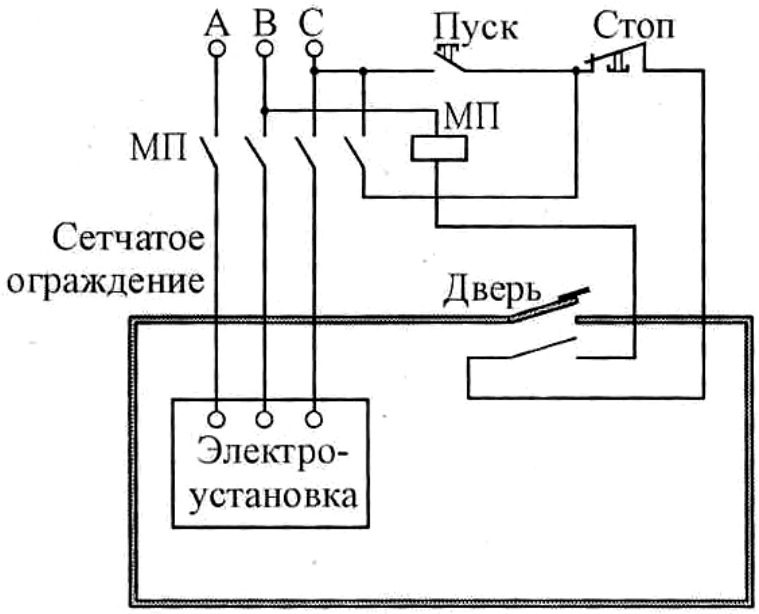


Рис. 1.34. Схема электрической блокировки

Блокировочные контакты, установленные в цепь отключающей катушки автоматического выключателя, при открывании дверей должны замыкать цепь катушки. При обрыве этой цепи размыкание контактов не приводит к отключению. При открывании дверей блокировка не сработает, человек может пройти за ограждение и попасть под напряжение.

Для обеспечения безопасности необходимо, чтобы блокировочные контакты размыкались уже при незначительном растворе дверей (10–15 см), чтобы человек не мог проникнуть за ограждение при неразомкнувшихся контактах. Блокировочные контакты должны устанавливаться на обеих половинках двухстворчатых дверей, чтобы не было возможности включить электроустановку, оставив открытой одну из этих половин.

Механические блокировки применяются в рубильниках, пускателях, автоматических выключателях и т. п. В аппаратуре автоматики, вычислительных машинах, радиоустановках и т. п. применяются блочные схемы. В общем корпусе устанавливаются отдельные блоки, соединяющиеся с остальным устройством штепсельным соединением. Когда блок выдвигается или удаляется со своего места, штепсельный разъем размыкается. Таким образом, блок отключается автоматически при открывании его токоведущих частей.

Блокировки применяются также и для предупреждения ошибочных действий персонала при переключениях в распределительных устройствах и на подстанциях.

Расположение токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте позволяет обеспечить безопасность без ограждений. При этом следует учитывать возможность случайного прикосновения к токоведущим частям посредством длинных предметов, которые человек может держать в руках. Если к токоведущим частям, расположенным на высоте, возможно прикосновение с мест, редко посещаемых людьми (крыш, площадок и т. п.), то в этих местах должны быть установлены ограждения или приняты другие меры безопасности.

Контрольные вопросы к главе 1

1. Объясните, пожалуйста, почему у человека повышается чувствительность к электрическому току в области сверхнизких частот?
2. Чем обусловлено снижение чувствительности человека к электрическому току при частотах 1000 и более Гц?
3. Каково влияние ёмкости фаз сети относительно земли на ток через тело человека, коснувшегося одной из фаз в сети с изолированной нейтралью, в сети с заземленной нейтралью?
4. Какая принципиальная разница между защитным заземлением и занулением?
5. Почему зануление и защитное отключение не являются средствами обеспечения электробезопасности одной группы, назначение которой – отключение электроустановки при возникновении электроопасной ситуации?
6. Какие недостатки, по Вашему мнению, имеют устройства защитного отключения или контроля изоляции, реагирующие на изменение наложенного оперативного (переменного, постоянного, выпрямленного) тока?

Библиографический список к главе 1

1. Сидоров, А.И. Основы электробезопасности: учебное пособие / А.И. Сидоров. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 344 с.

2. Щуцкий, В.И. Безопасность при эксплуатации электротехнических систем: учебное пособие / В.И. Щуцкий, А.И. Сидоров. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 282 с.

3. Изоляция подземных электроустановок шахт и электробезопасность / Л.В. Гладилин, Б.Г. Меньшов, В.И. Щуцкий и др. – М.: Недра, 1966. – 262 с.

4. Манойлов, В.Е. Основы электробезопасности / В.Е. Манойлов. – Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 480 с.

5. Электробезопасность на открытых горных работах / В.И. Щуцкий, А.И. Сидоров, Ю.В. Ситчихин и др. – М.: Недра, 1996. – 267 с.

6. Королькова, В.И. Электробезопасность на промышленных предприятиях / В.И. Королькова. – М.: Машиностроение, 1970. – 522 с.

7. Якобс, А.И. Электробезопасность в сельском хозяйстве/ А.И. Якобс, А.В. Луковников. – М.: Колос, 1981. – 239 с.

8. Электробезопасность в машиностроении / Б.А. Князевский, А.И. Ревякин, Н.А. Чекалин и др. – М.: Машиностроение, 1980. – 240 с.

9. Кораблев, В.П. Электробезопасность на химических предприятиях / В.П. Кораблев. – М.: Химия, 1977. – 232 с.

10. Электробезопасность в горнодобывающей промышленности / Л.В. Гладилин, В.И. Щуцкий, Ю.Г. Бацежев и др. – М.: Недра, 1977. – 327 с.

11. Щуцкий, В.И. Защитное отключение электроустановок потребителей / В.И. Щуцкий, О.Н. Белюстин, А.А. Буралков – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 272 с.

12. Щуцкий, В.И. Электрификация подземных горных работ / В.И. Щуцкий, Н.И. Волощенко, Л.А. Плащанский. – М.: Недра, 1986. – 364 с.

13. Цапенко, Е.Ф. Шахтные кабели и электробезопасность сетей / Е.Ф. Цапенко, Л.И. Сычев, П.Н. Кулешов. – М.: Недра, 1988. – 213 с.

14. Охрана труда в электроустановках / под ред. проф. Б.А. Князевского. – М.: Энергия, 1977. – 320 с.

ГЛАВА 2. Статическое электричество

2.1. Физические характеристики статического электричества

Статическое электричество (СЭ) – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектриков или на изолированных проводниках.

По физико-химическому строению все вещества электрически нейтральны, то есть обладают равным количеством положительных и отрицательных зарядов. Тело является наэлектризованным, если содержит избыток электрических зарядов какого-либо одного знака. Процесс электризации заключается в том, что одно тело приобретает или отдает другому электрические заряды преимущественно одного знака. Обмен зарядами между взаимодействующими телами происходит на границе их соприкосновения или вблизи ее за счет сложных физико-химических процессов. Два электрически нейтральных тела, приведенных в соприкосновение, после нарушения контакта между ними могут оказаться наэлектризованными зарядами противоположного знака. Наиболее ярко способность к электризации проявляется у диэлектрических материалов. На производстве существует большое количество технологических процессов и оборудования, использование которых связанно с образованием зарядов статического электричества. Например, эксплуатация аппаратов, предназначенных для измельчения и просеивания материалов, сушилок конвективных (распылительных, аэрофонтанных, кипящего слоя, вихревых, барабанных и т.д.); пылеосадительных камер; циклонов; рукавных фильтров; подача сыпучих веществ и диэлектрических жидкостей в резервуары, приемные бункеры, элеваторы (нории); транспортировка сыпучих веществ по ленточным транспортерам (наклонным и горизонтальным), конвейерным лентам, пневматическим транспортным системам и т.д.

Мерой электризации является количество электрического заряда, перешедшего с одного тела на другое в ходе их взаимодействия. Алгебраическая сумма потерянных или приобретенных телом в результате электризации зарядов составляет его суммарный электрический заряд q. Если избыточные заряды, полученные в результате электризации, располагаются на поверхности, как это, например, имеет место у твердых диэлектриков (при разделении пластин, сматывании рулонов бумаги, ткани и т. п.), пользуются оценкой поверхностной плотности заряда, в тех случаях, когда заряды равномерно распределены во всей массе диэлектрика, для характеристики степени наэлектризованности материала используют среднюю объемную плотность заряда. В некоторых технологических операциях, связанных с обработкой или изготовлением продукции в виде нитей, лент и т. п., удобнее пользоваться оценкой наэлектризованности в виде удельного заряда, приходящегося на единицу длины, Кл/м.

В окружающем заряды пространстве образуется электрическое поле, действие которого проявляется и обнаруживается при внесении в него заряженных и нейтральных предметов, как проводников, так и непроводников. Основными па-

раметрами, характеризующими электрическое поле зарядов, являются напряженность электрического поля и потенциалы отдельных точек электрического поля. Потенциал бесконечно удаленных от заряда точек принимается равным нулю. На практике за поверхность нулевого потенциала принимают поверхность земли и проводящие металлические тела, связанные с землей. В точке нахождения электрического заряда потенциал создаваемого этим зарядом поля достигает своего наибольшего значения.

Для проводящих тел, поверхность которых эквипотенциальна и внутри которых отсутствует электрическое поле, потенциал определяется выражением

$$\varphi = \frac{q}{C}, \qquad (2.1)$$

где q – заряд тела, Кл; C – электрическая емкость тела, Ф.

Величина потенциалов зарядов статического электричества при процессах фильтрации может достигать 355 кВ, на ременных передачах и лентах конвейеров – 40 кВ, при механической обработке пластмасс и дерева – 30 кВ, при распылении красок – 12 кВ.

2.2. Отрицательные проявления статического электричества

Статическое электричество породило в промышленности ряд проблем, среди которых главными являются защита от пожаров и взрывов, защита от технологических помех, защита от физиологического воздействия на организм человека.

Возможность пожаров и взрывов, причиной которых является СЭ, возникает в следующих условиях:

1) заряды СЭ создают напряженность электрического поля, при которой возможно искрообразование;

2) энергия разрядов СЭ достаточна для воспламенения горючей смеси;

3) паро- , газо- или пылевоздушная смесь имеет концентрацию, при которой возможно ее воспламенение искровыми разрядами.

Первое и второе условия характеризуют электростатическую искроопасность объекта, а третье условие − чувствительность объекта защиты к зажигающему воздействию разрядов статического электричества. Электростатическая искроопасность объекта выражается энергией разряда статического электричества W, который может возникнуть внутри объекта или с его поверхности.

Электростатическая искроопасность объекта защиты определяется в соответствии с отраслевыми нормативно-техническими документами и стандартами предприятия. Основными показателями, определяющими электростатическую искроопасность статического электричества, являются следующие:

- *электростатические свойства материалов* – удельное объемное электрическое сопротивление, удельное поверхностное электрическое сопротивление, относительная диэлектрическая проницаемость и постоянная времени релаксации электрических зарядов;

• *геометрические параметры* – данные о расположении объемного и поверхностного электрического заряда относительно заземленных электропроводных поверхностей; данные о конфигурации (форма, толщина) покрытий, пленок или непроводящих стенок, являющихся составными частями объекта защиты;

• *динамические характеристики процессов* – скорость относительного перемещения находящихся в контакте тел, слоев жидкости или сыпучих материалов; взаимное давление находящихся в контакте тел; интенсивность диспергирования и скорость деформации твердых тел;

• *параметры, характеризующие окружающую среду*, – температура, давление, влажность, содержание аэрозолей или пыли, окислителей, горючих, тушащих или инертных веществ.

Средняя напряженность электрического поля, при которой возможен разряд, составляет $4 \cdot 10^2 \ldots 5 \cdot 10^2$ кВ/м для резко неоднородного, $15 \cdot 10^2 \ldots 20 \cdot 10^2$ кВ/м для слабо неоднородного и до $30 \cdot 10^2$ кВ/м для однородного электрического поля.

Чувствительность объекта защиты к зажигающему воздействию разрядов статического электричества определяется минимальной энергией зажигания веществ и материалов $W_{\min}$. Опасность воспламенения искрой снижается с ростом минимальной энергии воспламенения паровоздушной смеси. Разряды СЭ не в состоянии воспламенять смеси с минимальной энергией воспламенения 100 мДж и выше.

Минимальную энергию зажигания указывают в стандартах и технических условиях на вещества и материалы, а также в системах стандартных справочных данных.

Электростатическую искробезопасность объектов защиты следует обеспечивать снижением электростатической искроопасности и их чувствительности (увеличением $W_{\min}$) к зажигающему воздействию разрядов статического электричества.

Технологические помехи возникают в результате действия электрических сил СЭ. В ходе электризации при достижении определенной плотности заряда на диэлектрике начинает сказываться силовое взаимодействие между отдельными частями перерабатываемого материала, нарушающее нормальный ход того или иного технологического процесса.

До сих пор не определены минимальные величины зарядов, создающие технологические помехи, так как взаимосвязь между электростатическими помехами и величиной заряда обусловливается не только особенностями технологического процесса, но и физическими свойствами материалов, а также средой, в которой обрабатывается продукт. В каждом конкретном случае предельно допустимое значение зарядов СЭ, не создающих технологических помех, определяется непосредственными измерениями.

Физиологическое воздействие статического электричества. Физиологическое воздействие статического электричества на организм человека может проявляться в форме малого тока, длительно протекающего через тело человека, кратковременного электрического разряда, а также электрического поля, действующего на организм человека.

СЭ, накапливаясь на теле человека, может при прикосновении человека к заземленным конструкциям обусловить разряд, вызывающий неприятные, а иногда даже болевые ощущения. Кроме того, искра, проскакивающая между телом человека и заземленным или напротив, заряженным объектом, вызывает испуг, сопровождающийся непроизвольными, нескоординированными движениями, что может привести к несчастному случаю. Отметим, что человек ощущает искровой разряд с током ≥ 1 А, а достигать этот ток может 10…100 А длительностью $10^{-8}…10^{-9}$ с.

Для того чтобы вызывать необратимые последствия энергия разряда должна удовлетворять следующему условию:

$$\frac{C\varphi^2}{2} \geq W_{\min_\text{фибрилляции}}, \qquad (2.2)$$

где $W_{\min_\text{фибрилляции}}$ – минимальное значение энергии, приводящее к смертельному исходу.

Потенциал изолированного от земли тела человека может превышать 7 кВ. Иногда (в зависимости от вида полимера, интенсивности трения частей одежды) этот потенциал доходит до I4...I5 кВ. По данным ряда работ значение емкости тела человека относительно земли лежит в пределах 60…1080 пФ. Исследования C.F. Dalziel показали, что импульсный ток вызывает фибрилляцию сердца, если энергия разряда равна или превышает 27 Вт·с. Из неравенства (2.2) видно, что поражение будет возможным, если заряд статического электричества будет иметь потенциал $\varphi = (2{,}24…9{,}49) \cdot 10^5$ В, что практически недостижимо.

Исследования биологических эффектов, возникающих под действием электростатического поля, показали, что наиболее чувствительными к нему являются нервная и сердечно-сосудистая системы организма.

У людей, работающих в зоне воздействия электростатического поля, встречаются разнообразные жалобы на раздражительность, головную боль, нарушение сна и снижение аппетита. Характерны своеобразные «фобии», обусловленные страхом ожидаемого разряда. Склонность к «фобиям» обычно сочетается с повышенной эмоциональной возбудимостью.

Токи статической электризации, как правило, не превышают нескольких десятков микроампер.

Это объясняется тем, что тело человека имеет конечное сопротивление. Следовательно, после заряда до определенного уровня происходит разряд. На рис. 2.1 изображен ток, проходящий через тело человека.

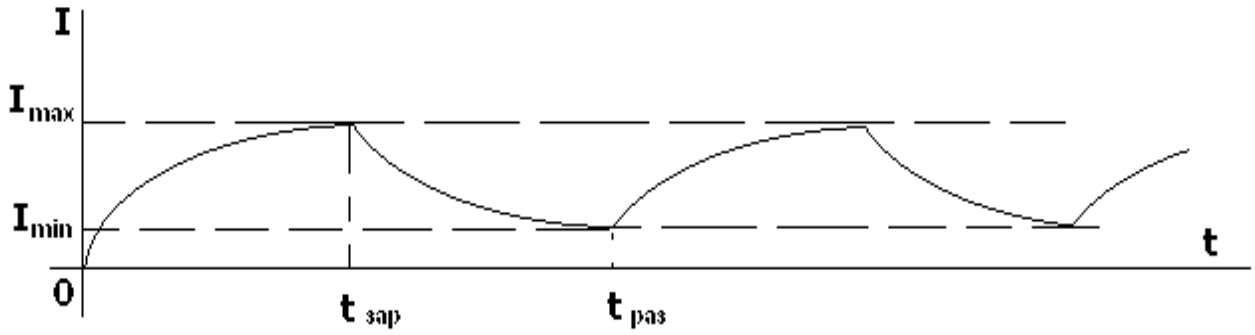


Рис. 2.1. Диаграмма токов статической электризации

2.3. Нормирование ПДУ интенсивности электростатического поля

Список нормативных документов, регламентирующих нормирование ПДУ интенсивности электростатического поля, приведен в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Основные нормативные документы

№	Обозначение	Наименование
Государственные стандарты РФ		
1.	ГОСТ 12.1. 045-84 ССБТ. Утв. 01.07.1985	Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
2.	ГОСТ 12.1. 018-93 ССБТ. Утв. 21.10.1993	Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования
3.	ГОСТ 12.4. 124-83 ССБТ. Утв. 21.10.1993	Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования
Санитарные правила и нормы		
4.	СанПиН 2.2.4.1191-03. Утв. 30.01.2003	Электромагнитные поля в производственных условиях
Отраслевые правила и нормы		
5.	Утв. 31.01.1972 приказом Миннефтехимпрома СССР	Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности

Оценка и нормирование электростатического поля (ЭСП), согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 осуществляется по уровню электрического поля, который оценивается в единицах напряженности электрического поля E в кВ/м. Предельно допустимый уровень напряженности электростатического поля $E_{ПДУ}$ зависит от времени его воздействия на работника за смену следующим образом:

- если время воздействия на работника $t \leq 1$ часа за смену, то $E_{ПДУ} = 60$ кВ/м;
- если время воздействия на работника $t > 1$ часа за смену, то $E_{ПДУ}$ определяется по формуле

$$E_{\text{ПДУ}} = \frac{60}{\sqrt{t}}, \qquad (2.3)$$

где t – время воздействия на работника за смену (час).

При напряженностях электростатического поля, превышающих 60 кВ/м, работа персонала без применения средств защиты не допускается.

Предельно допустимое время пребывания работника в зоне действия электростатического поля определяется в зависимости от уровня напряженности на рабочем месте следующим образом:

- если напряженность электростатического поля на рабочем месте не превышает 20 кВ/м, то предельно допустимое время пребывания персонала ($t_{\text{ДОП}}$) не регламентируется;
- если напряженность электростатического поля лежит в диапазоне от 20 кВ/м до 60 кВ/м, то допустимое время пребывания персонала ($t_{\text{ДОП}}$) определяется по формуле

$$t_{\text{ДОП}} = \left(\frac{60}{E_{\text{ФАКТ}}} \right)^2,$$

где $E_{\text{ФАКТ}}$ – измеренное значение напряженности ЭСП (кВ/м);

- если напряженность ЭСП равна 60 кВ/м, то допустимое время пребывания персонала не должно превышать 1 часа;
- если напряженность ЭСП превышает 60 кВ/м, то пребывание работников без средств защиты запрещено.

Требования по ограничению искробезопасности статического электричества приводятся в ГОСТ 12.1.018-93.

2.4. Контроль уровней электростатического поля

Контроль уровней электростатического поля (ЭСП) должен осуществляться на рабочих местах персонала:

- обслуживающего оборудование для электростатической сепарации руд и материалов, электрогазоочистки, электростатического нанесения лакокрасочных и полимерных материалов и др.;
- обеспечивающего производство, обработку и транспортировку диэлектрических материалов в текстильной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, химической и др. отраслях промышленности;
- эксплуатирующего энергосистемы постоянного тока высокого напряжения.

Контроль проводится:

- при проектировании, приемке в эксплуатацию, изменении конструкции источников электростатического поля и технологического оборудования, их включающего;
- при организации новых рабочих мест;

- при аттестации рабочих мест;
- в порядке текущего надзора за действующими источниками электростатического поля периодически 1 раз в 3 года.

Контроль уровней ЭСП может осуществляться путем использования расчетных методов и/или проведения измерений на рабочих местах. Расчетные методы используются преимущественно при проектировании новых или реконструкции действующих объектов, являющихся источниками электростатического поля. Для действующих объектов контроль осуществляется преимущественно посредством инструментальных измерений, позволяющих с достаточной степенью точности оценивать напряженность электростатического поля. Инструментальный контроль должен осуществляться приборами, прошедшими государственную аттестацию и имеющими свидетельство о поверке. Пределы основной погрешности измерения должны соответствовать требованиям нормативных документов. Гигиеническая оценка результатов измерений должна осуществляться с учетом погрешности используемого средства метрологического контроля.

Контроль напряженности ЭСП осуществляется посредством средств измерения, позволяющих определять величину E в свободном пространстве с допустимой относительной погрешностью не более ±10%. Контроль напряженности ЭСП в пространстве на рабочих местах должен производиться путем покомпонентного измерения полного вектора напряженности в пространстве или измерения модуля этого вектора.

Измерения выполняются при работе источника с максимальной мощностью.

Измерения уровней ЭСП на рабочих местах должны осуществляться после выведения работника из зоны контроля.

Контроль напряженности ЭСП должен осуществляться на постоянных рабочих местах персонала или, в случае отсутствия постоянного рабочего места, в нескольких точках рабочей зоны, расположенных на разных расстояниях от источника в отсутствии работающего.

Измерения проводят на высоте:

- 0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза «стоя»);
- 0,5; 0,8 и 1,4 м (рабочая поза «сидя»)

от опорной поверхности.

При гигиенической оценке напряженности ЭСП на рабочем месте определяющим является наибольшее из всех зарегистрированных значений.

Не допускается проведение измерений при наличии атмосферных осадков, а также при температуре и влажности воздуха, выходящих за предельные рабочие параметры средств измерений.

Результаты измерений следует оформлять в виде протокола и (или) карты распределения уровней электростатических полей, совмещенной с планом размещения оборудования или помещения, где производились измерения.

2.5. Защита от вредных проявлений статического электричества

Для предотвращения нежелательного или опасного действия статического электричества применяют средства защиты (СЗСЭ), которые согласно ГОСТ 12.4.124-83 разделяются на коллективные и индивидуальные.

Средства коллективной защиты по принципу действия классифицируются на следующие:

- заземляющие устройства;
- нейтрализаторы;
- увлажняющие устройства;
- антиэлектростатические вещества;
- экранирующие устройства.

Средства индивидуальной защиты в зависимости от назначения подразделяются следующим образом:

- специальная одежда антиэлектростатическая;
- специальная обувь антиэлектростатическая;
- предохранительные приспособления антиэлектростатические (кольца и браслеты).

СЗСЭ должны обеспечивать на рабочих местах уровень ЭСП, соответствующий требованиям норм; они не должны оказывать отрицательного воздействия на технологический процесс; должны исключать появление искровых разрядов статического электрического электричества с энергией, превышающей 40% от минимальной энергии зажигания окружающей среды. Антистатическая специальная одежда, специальная обувь и предохранительные приспособления обеспечивают защиту при работе с электроустановками напряжением до 1 000 В.

Заземление должно применяться на всех электропроводных элементах технологического оборудования и других объектах, на которых возможно возникновение или накопление электростатических зарядов независимо от применения других средств защиты от статического электричества.

Неметаллическое оборудование считается электростатически заземленным, если сопротивление растеканию тока на землю с любых точек его внутренней и внешней поверхностей не превышает 10^7 Ом при относительной влажности воздуха не выше 60%.

Заземляющие устройства для защиты от СЭ должны, как правило, объединяться с защитными заземляющими устройствами. Принято, что сопротивление заземляющего устройства, предназначенного исключительно для защиты от СЭ, не должно превышать 100 Ом.

Металлическое и электропроводное неметаллическое оборудование: трубопроводы, вентиляционные короба и кожухи термоизоляции трубопроводов и аппаратов, расположенные в цехе, а также на наружных установках, эстакадах и каналах, должны представлять собой на всем протяжении непрерывную электрическую цепь, которая в пределах цеха (отделения, установки) должна быть присоединена к контуру заземления не менее, чем в двух точках.

Присоединению к контуру заземления при помощи отдельного ответвления независимо от заземления соединенных с ними коммуникаций и конструкций подлежат: аппараты, емкости, агрегаты, в которых происходит дробление, распыление, разбрызгивание продуктов; футерованные и эмалированные аппараты (емкости); отдельно стоящие машины, агрегаты, аппараты, не соединенные трубопроводами с общей системой аппаратов и емкостей.

Автоцистерны, а также танки наливных судов, находящиеся под наливом и сливом сжиженных горючих газов и пожароопасных жидкостей, в течение всего времени заполнения и опорожнения должны быть присоединены к заземляющему устройству. Контактные устройства для подсоединения заземляющих проводников от автоцистерн и наливных судов должны быть установлены вне взрывоопасной зоны. Гибкие заземляющие проводники сечением не менее 6 мм^2 должны быть постоянно присоединены к металлическим корпусам автоцистерн и танков наливных судов и иметь на конце струбцину или наконечник под болт М10 для присоединения к заземляющему устройству. При отсутствии постоянно присоединенных проводников заземление автоцистерны и наливных судов должно производиться инвентарными проводниками в следующем порядке: заземляющий проводник вначале присоединяется к корпусу цистерны (или танка), а затем к заземляющему устройству.

Открывание люков автоцистерн и танков наливных судов и погружение в них шлангов должно производиться только после присоединения заземляющих проводников к заземляющему устройству.

Резиновые (либо другие из неэлектропроводных материалов) шланги с металлическими наконечниками, используемые для налива жидкостей в железнодорожные цистерны, автоцистерны, наливные суда и другие передвижные сосуды и аппараты, должны быть обвиты медной проволокой диаметром не менее 2 мм (или медным тросиком сечением не менее 4 мм^2) с шагом витка не более 100 мм. Один конец проволоки (или тросика) соединяется пайкой (или под болт) с металлическими заземленными частями продуктопровода, а другой – с наконечником шланга.

При использовании армированных шлангов или электропроводных рукавов их обвивка не требуется при условии обязательного соединения арматуры или электропроводного резинового слоя с заземленным продуктопроводом и металлическим наконечником шланга.

Наконечники шлангов должны быть изготовлены из меди или других неискрящих металлов.

Принцип работы ***нейтрализаторов зарядов*** на поверхности неэлектризованного диэлектрика сводится к тому, что вблизи поверхности наэлектризованного диэлектрика создаются положительные и отрицательные ионы (рис. 2.2). Ионы, имеющие полярность, противоположную полярности зарядов наэлектризованного материала, под действием электрического поля оседают на поверхности диэлектрика, нейтрализуя его заряд.

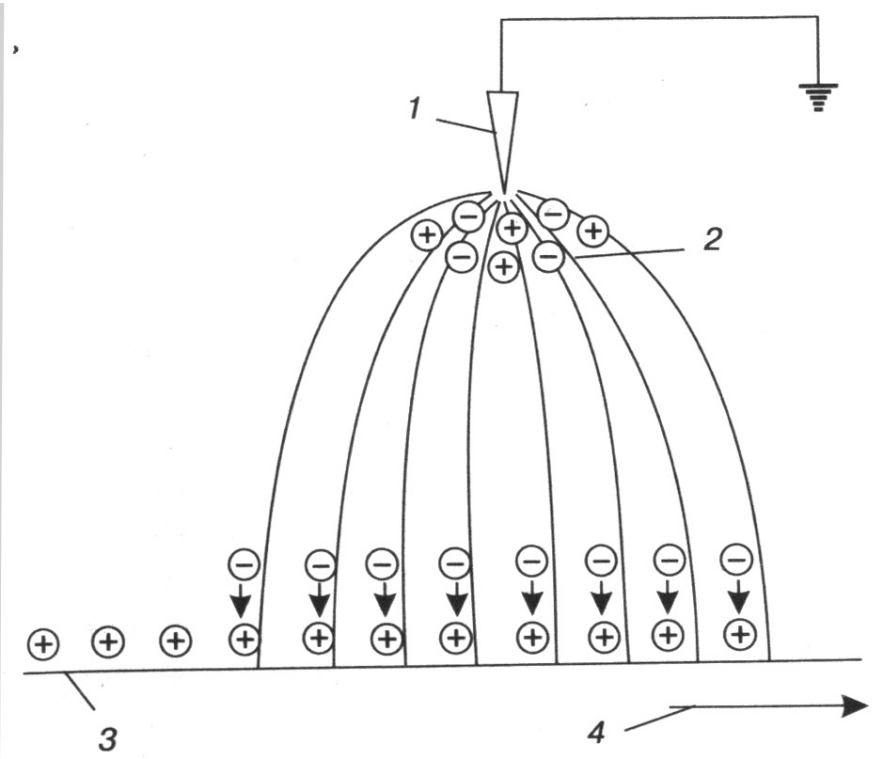


Рис. 2.2. Схема нейтрализации зарядов индукционным нейтрализатором: 1 – разрядный электрод; 2 – зона ударной ионизации; 3 – наэлектризованный диэлектрик; 4 – направление движения диэлектрика

По принципу действия нейтрализаторы делятся на индукционные; высоковольтные; лучевые (радиоизотопные); аэродинамические; комбинированные.

Нежелательным побочным эффектом работы нейтрализаторов является интенсивное образование вблизи них озона и окислов азота. Концентрация этих веществ при эксплуатации нейтрализаторов не должна превышать допустимого уровня.

Индукционные нейтрализаторы статического электричества (ИНСЭ) конструктивно наиболее просты. Они состоят (рис. 2.3) из несущих металлических, деревянных или диэлектрических стержней, на которых укреплены заземленные острия, тонкие проволочки и т. д. Электрическое поле у электродов ИНСЭ создается зарядами СЭ наэлектризованного материала.

Нейтрализаторы снабжают обычно кожухами для защиты обслуживающего персонала от случайного прикосновения к электродам. Индукционные нейтрализаторы применяют в помещениях, не являющихся взрывоопасными, для нейтрализации зарядов статического электричества на плоских поверхностях (пленках, лентах, тканях, листах). Основной целью их использования является устранение технологических помех, вызванных влиянием статического электричества.

Индукционные нейтрализаторы не «снимают» полностью заряд с перерабатываемого материала, причем статочная поверхностная плотность заряда на материале за индукционным нейтрализатором составляет $(0{,}2\ldots6)\cdot10^{-6}$ Кл/м^2.

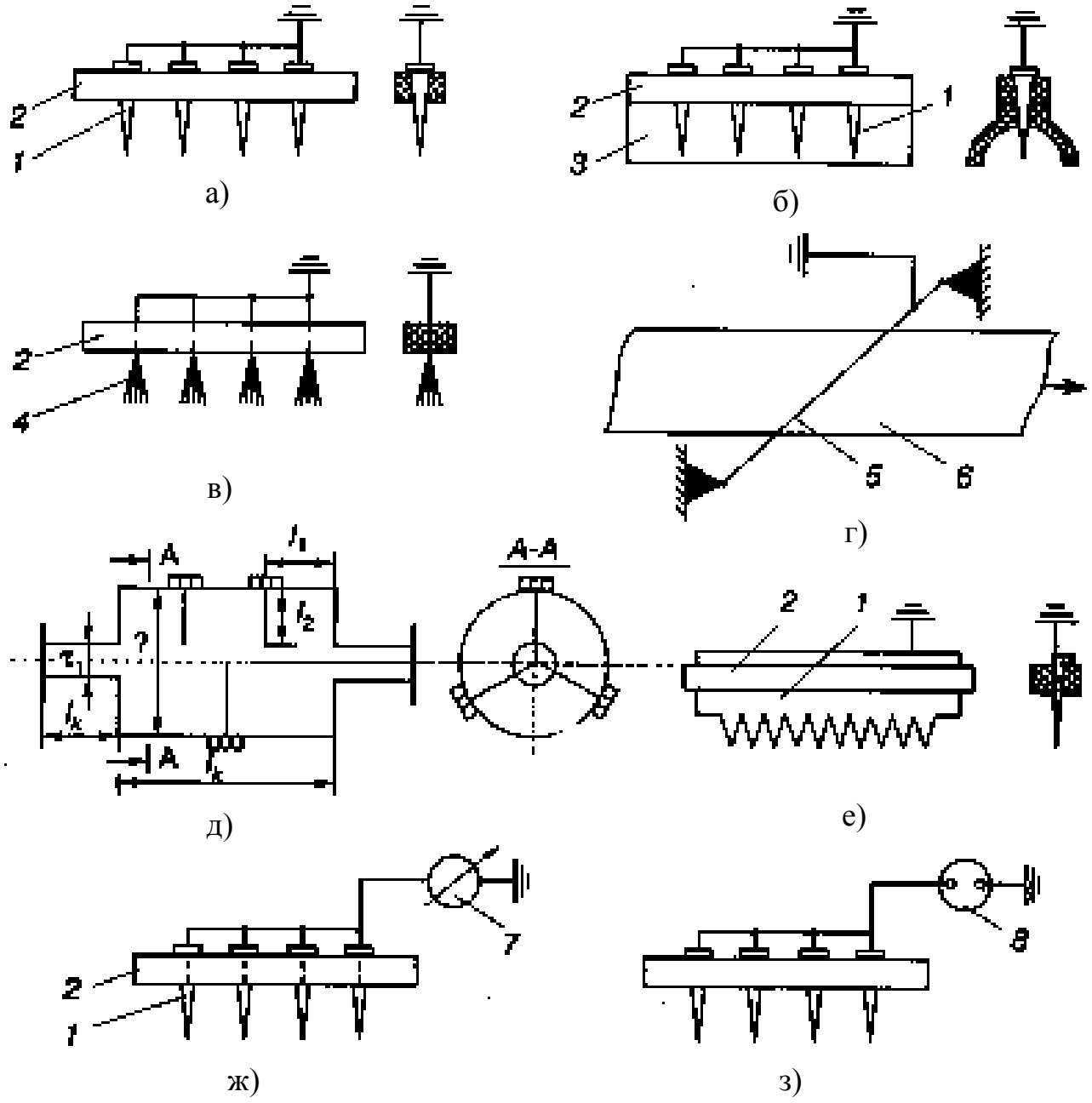


Рис. 2.3. Индукционные нейтрализаторы СЭ: а – игольчатые без экрана; б – игольчатые с экраном; в – щеточные; г – проволочные; д – стержневые для жидкости; е – пилообразные; ж – с сигнализацией о работе с помощью микроамперметра; з – с сигнализацией о работе с помощью неоновой лампы; 1 – игла-электрод; 2 – стержень; 3 – экран; 4 – «щетка»-электрод; 5 – проволока-электрод; 6 – движущееся наэлектризованное полотно; 7 – микроамперметр; 8 – неоновая лампа

Эффективность ИНСЭ становится низкой, если в зоне его расположения под нейтрализуемой поверхностью диэлектрика находятся проводящие заземленные элементы оборудования, которые ограничивают действие ИНСЭ.

Общим недостатком индукционных нейтрализаторов является и то, что они начинают работать только после достижения некоторой плотности заряда на диэлектрике, обеспечивающей условия самостоятельности разряда у острия. Для некоторых технологических процессов эта минимальная плотность зарядов оказывается недопустимо большой, и поэтому ИНЭС здесь не допускаются к применению.

Если эффективность индукционных нейтрализаторов недостаточна, то в помещениях, не являющихся взрывоопасными, применяют высоковольтные нейтрализаторы.

Высоковольтные нейтрализаторы статического электричества (ВНСЭ) отличаются от индукционных тем, что коронирование разрядных электродов происходит под действием высокого напряжения, подаваемого на них от постороннего источника (рис. 2.4, 2.5).

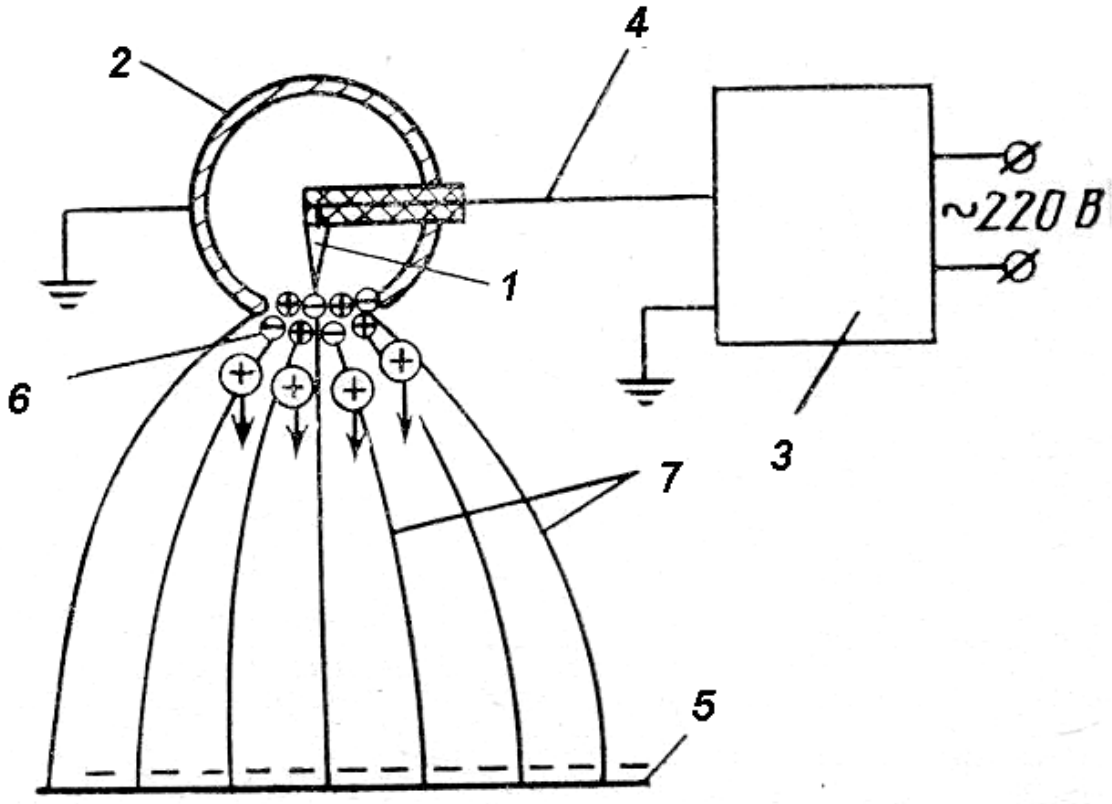


Рис. 2.4. Схема нейтрализации зарядов высоковольтным нейтрализатором: 1 – разрядный электрод; 2 – заземленный электрод (кожух); 3 – источник высокого напряжения; 4 – высоковольтный соединительный провод; 5 – наэлектризованная поверхность; 6 – воздушный промежуток, в котором развивается коронный разряд; 7 – силовые линии ЭС поля наэлектризованного материала

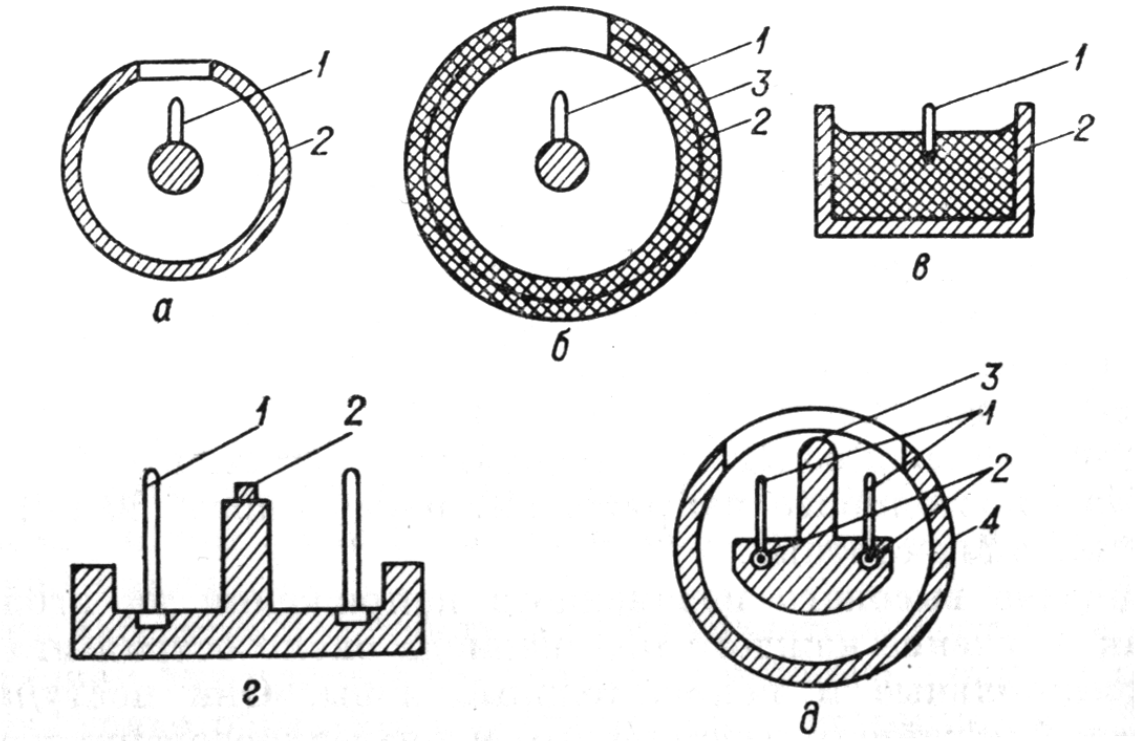


Рис. 2.5. Конструкции разрядников высоковольтных нейтрализаторов: а, б – трубчатые разрядники переменного напряжения (1 – игла, 2 – защитный кожух; 3 – металлическая прокладка); в – плоский разрядник переменного напряжения (1 – игла, 2 – защитный кожух); г – то же (1 – игла, 2 – металлическая прокладка); д – трубчатый разрядник постоянного напряжения (1 – иглы; 2 – высоковольтные электроды; 3 – перегородка из диэлектрика; 4 – защитный кожух)

В зависимости от формы и частоты питающего напряжения ВНСЭ подразделяются на следующие виды: постоянного напряжения; переменного напряжения промышленной частоты; переменного напряжения высокой частоты. Форма питающего напряжения определяет конструкцию разрядных электродов.

Источники питания высоковольтных нейтрализаторов различных конструкций имеют выходное напряжение 4…15 кВ. В цепи высокого напряжения устанавливаются высокоомные сопротивления и конденсаторы, ограничивающие ток замыкания через тело человека до безопасной величины (десятки микроампер) при случайном прикосновении к разрядным электродам.

Лучевые (радиоизотопные) нейтрализаторы статического электричества (РНСЭ) просты в конструктивном отношении, не требуют источников питания (рис 2.6). Они применяются во взрывоопасных помещениях всех классов, выполняются чаще всего в виде плоских длинных пластинок или маленьких дисков, одна сторона которых покрыта радиоактивным материалом, вызывающим ионизацию воздуха.

Применяются нейтрализаторы с α- и β-излучением. Основным недостатком радиоактивных нейтрализаторов является малый ионизационный ток по сравнению с другими типами нейтрализаторов, а также то, что запыление рабочей поверхности нейтрализатора резко снижает его эффективность.

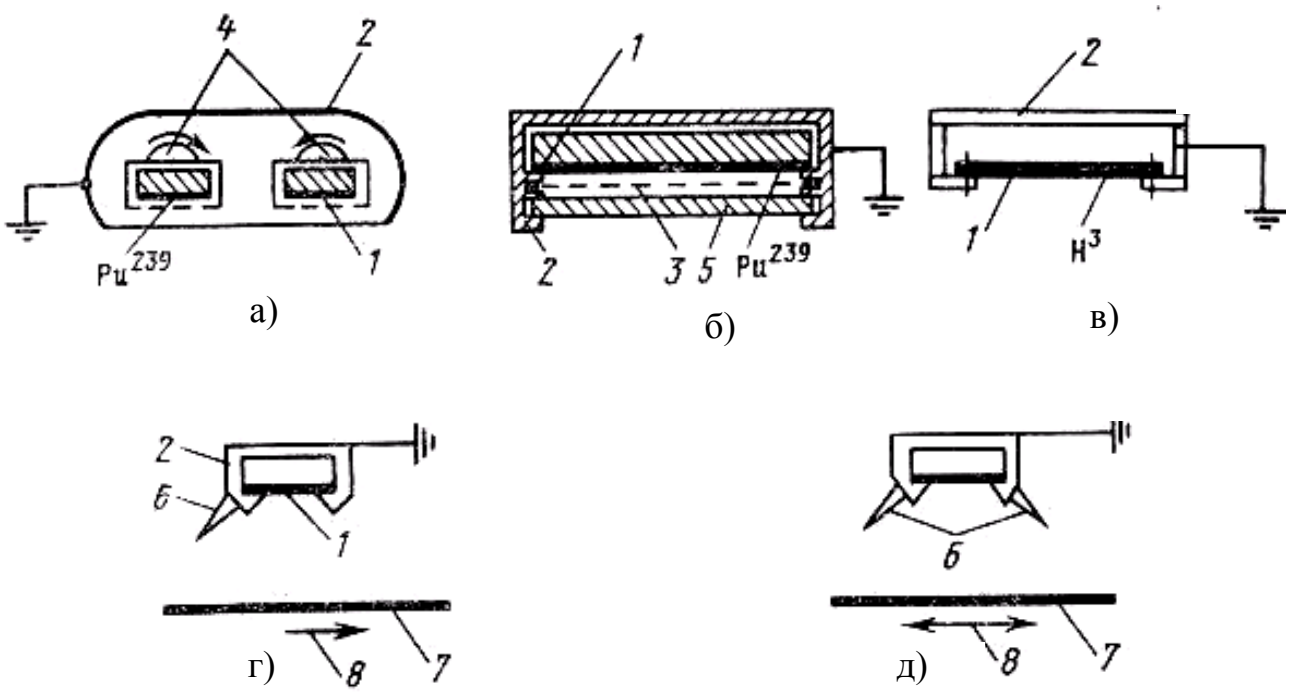


Рис. 2.6. Радиоактивные и радиоактивно-индукционные нейтрализаторы: а, б – радиоактивные с α-излучающими источниками; в – с β-излучающими источниками; г, д – радиоактивно-индукционный; 1 – активный препарат; 2 – металлический контейнер; 3 – металлическая сетка; 4 – рукоятка; 5 – экран; 6 – игла; 7 – наэлектризованный материал; 8 – направление движения материала

Радиоизотопные нейтрализаторы должны быть снабжены блокирующим устройством, закрывающим источник радиоактивного излучения в нерабочем состоянии. На корпусах должны быть нанесены знаки радиационной безопасности.

Комбинированные нейтрализаторы. Одним из путей повышения эффективности действия РНСЭ является совмещение их с другими нейтрализаторами, например с индукционным (см. рис. 2.6, г, д).

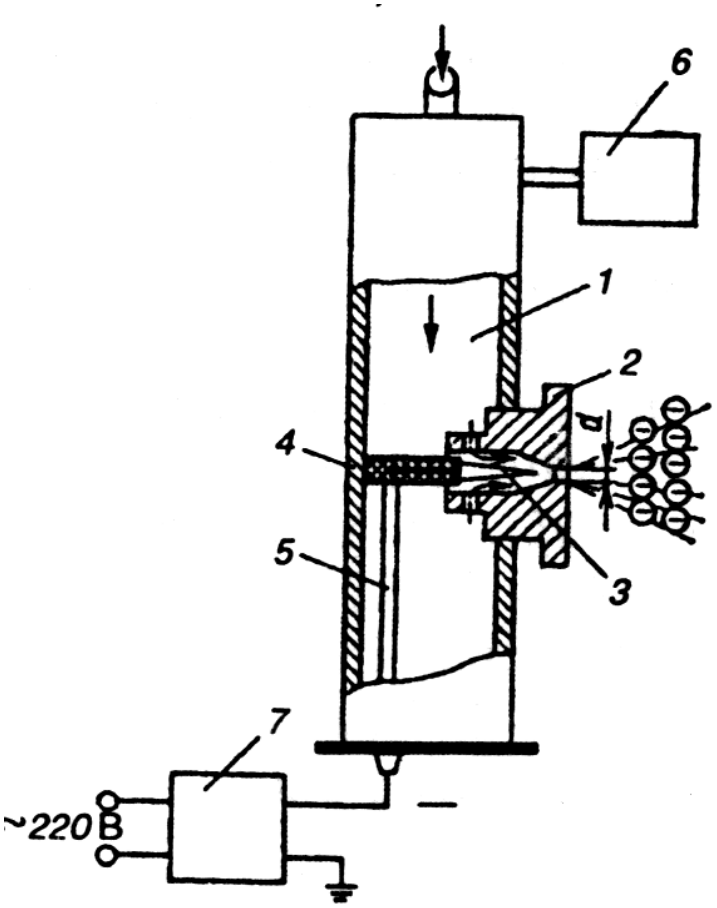


Рис. 2.7. Аэродинамический нейтрализатор зарядов СЭ: 1 – расширитель; 2 – патрубок; 3 – игла; 4 – изолятор; 5 – высоковольтный провод; 6 – реле давления; 7 – высоковольтный источник питания

Действие аэродинамические нейтрализатора (АНСЭ) (рис. 2.7) основано на том, что ионы, полученные в ионизационной камере, подаются в зону нейтрализации зарядов потоком воздуха. Нейтрализующая способность АНСЭ по сравнению с ранее рассмотренными нейтрализаторами меньше зависит от расстояния до наэлектризованного материала, от плотности заряда СЭ, от степени запыленности среды в месте расположения нейтрализатора.

Увлажняющие устройства. Повышение относительной влажности воздуха до 65…70%, если это допустимо по условиям технологического процесса, в ряде случаев существенно увеличивает поверхностную электропроводность диэлектрических гидрофильных материалов, обладающих способностью адсорбировать на своей поверхности очень тонкую пленку влаги.

По характеру действия увлажняющие устройства делятся на испарительные и распылительные.

Испарительные обеспечивают увеличение влажности за счет свободного испарения с больших поверхностей воды, а распылительные – распылением водяного пара или воды, циркуляцией влажного воздуха. Если электризующийся материал не является гидрофильным, электризующиеся поверхности должны иметь температуру ниже температуры окружающей среды примерно на 10°С, при которой пленка влаги может сформироваться и удержаться на поверхности.

Антиэлектростатические вещества по способу применения делятся на водимые в объем (наполнители и присадки) и наносимые на поверхность.

Электропроводящие наполнители (ацетиленовая сажа, алюминиевая пудра, графит, цинковая пыль) вводятся в массу твердого диэлектрика для повышения объемной электропроводности. Например, 20%-ное содержание ацетиленовой сажи в полимере снижает его удельное сопротивление на 14 порядков, при этом механические характеристики изделий (трубы из полиэтилена низкого давления)

практически не меняются. Особое место занимают *антистатические присадки*, добавляемые в горючие диэлектрические жидкости с целью снижения объемного удельного сопротивления. В качестве таких присадок могут использоваться соли металлов переменной валентности, высшие карбоновые, нафтеновые и синтетические жирные кислоты.

К наносимым на поверхность диэлектриков антистатическим веществам, относятся, например, так называемые гигроскопические и поверхностно-активные вещества. Антистатические препараты поглощают влагу и удерживают ее, создавая на поверхности диэлектрика пленку влаги. К числу гигроскопических веществ относятся многоатомные спирты (гликоль, глицерин, сорбит) и неорганические соли. Большое распространение получили поверхностно-активные вещества (ПАВ). ПАВ – вещества, способные адсорбироваться на поверхности раздела фаз. Нанесение ПАВ на поверхность находит применение в текстильной промышленности. Его недостатком является непостоянство антистатических свойств материала с течением времени. Способность к восстановлению антистатических свойств после обработки поверхности сильно зависит от структуры диэлектрика. Для каждого диэлектрика оптимальные концентрации ПАВ отличаются.

Введение ПАВ и других антистатических добавок и присадок допустимо только в тех случаях, когда их применение не приводит к нарушению требований, предъявляемых к выпускаемой продукции.

Увеличение поверхностной электропроводности полимерных материалов может быть достигнуто также химической обработкой поверхности кислотами (например, серной или хлорсульфоновой кислотой). Увеличение электропроводности изделий из полистирола и полиолефинов достигается также погружением образцов в петролейный эфир при одновременном воздействии ультразвуком. Методы химической обработки эффективны, но требуют точного соблюдения технологических условий.

В ряде случаев необходимый эффект по увеличению электропроводности достигается нанесением на диэлектрик поверхностных хорошо проводящих пленок. Исходными материалами для них могут быть углерод, металлы или окислы металлов. Металлические тонкие пленки получают распылением, разбрызгиванием или испарением в вакууме.

Оксидные пленки (пленки из оксида олова) применяются в производстве стекла с проводящей поверхностью. Они создаются распылением хлористого олова на нагретую поверхность.

Экранирующие устройства выполняются из различных электропроводных материалов, по конструктивному исполнению делятся на козырьки и перегородки. Они располагаются на постоянных рабочих местах между источником электростатического поля и рабочим местом. Для получения необходимого экранирующего эффекта в обязательном порядке заземляются.

Некоторые другие способы защиты от СЭ. *Подбор контактных пар.* В ряде случаев подбор соответствующих материалов контактирующих поверхностей уменьшает интенсивность генерации СЭ. При этом используется два способа: изготовление взаимодействующих поверхностей из одного материала; смешивание волокон из различных материалов, электризующихся зарядами противоположного знака.

Снижение скорости технологического процесса. Снизить величину заряда СЭ путем уменьшения скорости переработки можно лишь в том случае, если удельное электрическое сопротивление меньше 10^8 Ом·м. В некоторых случаях однозначная зависимость между зарядом и скоростью переработки нарушается, а иногда наблюдается увеличение заряда с уменьшением скорости переработки.

Корректировка технологических операций. В ряде случаев источником электризации диэлектриков являются технологические операции, сопутствующие основному процессу. Наиболее характерные из них – операции внутри резервуаров, в которые поступает продукт. Внутри резервуаров может быть:

- разбрызгивание поступающей диэлектрической жидкости;
- разбрызгивание воды, находящейся на дне резервуара, потоком поступающей жидкости;
- прохождение пузырей воздуха или газа через слой жидкости или сыпучего материала;
- всклубливание пыли в бункерах;
- перемешивание жидкости и сыпучего материала внутри контейнера.

Внесение корректировки в эти операции ослабляет опасные проявления СЭ.

Проведение технологических процессов в средах, в которых разряд СЭ не представляет опасности. Это обеспечивается заменой горючих сред негорючими, поддержанием концентрации горючих сред вне диапазона взрываемости, а также проведением технологических операций в атмосфере газа, не поддерживающего горения, например азота.

Средства индивидуальной защиты. Эффективное отведение заряда с тела человека обеспечивает антистатическая обувь, подошва которой выполнена из кожи либо электропроводной резины. Электрическое сопротивление между подпятником и ходовой стороной подошвы обуви должно быть от 10^6 …10^8 Ом. При этом пол также должен обладать достаточной электропроводностью. Для изготовления антиэлектростатической специальной одежды (например, халатов) должны применяться материалы с удельным поверхностным сопротивлением не более 10^7 Ом. Электрическое сопротивление между токопроводящим элементом специальной антистатической одежды и землей должно быть от 10^6 …10^8.

Антистатический браслет (рис. 2.8) предназначен для отвода зарядов статического электричества. Браслет содержит корпус 1, выполненный из изоляционного материала, металлическое основание 2 и верхний металлический электрод 7. Между металлическим основанием и электродом расположено нелинейное сопротивление 3. С помощью разъемного штыря 5 и гибкого проводника 6 браслет заземляется. Он надевается на запястье руки с помощью ремня 4.

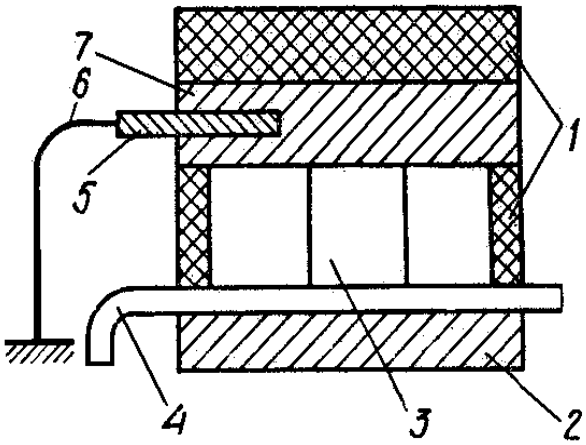


Рис. 2.8. Антистатический браслет

Конструкция нелинейного сопротивления подобрана таким образом, что при напряжении на теле защищаемого человека до 1 кВ сопротивление имеет величину порядка 3…4 МОм. Электрические заряды в этом случае не стекают по созданной браслетом цепи. При увеличении потенциала до 2 кВ его сопротивление резко уменьшается и электрические заряды полностью стекают в землю. При этом ток через человека не превышает предельно допустимых значений.

Контрольные вопросы к главе 2

1. Определите предельно допустимое время пребывания в ЭСП $E = 25$ кВ/м.
2. Какие способы увеличения электропроводности окружающей среды для защиты от статического электричества вы знаете?
3. Перечислите основные виды нейтрализаторов статического электричества.
4. На какой высоте проводится контроль уровня электростатического поля при выполнении работ «стоя»?
5. Какие средства индивидуальной защиты от ЭСП вы знаете?

Библиографический список к главе 2

1. ГОСТ 12.1. 045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
2. ГОСТ 12.1. 018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования
3. ГОСТ 12.4. 124-83 ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования
4. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.
5. Безопасность жизнедеятельности: текст лекций / А.И. Сидоров, И.С. Окраинская, А.П. Порошин и др.; под ред. А.И. Сидорова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – Ч. VII. – 76 с.
6. Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности Утв. 31.01.1972 приказом Миннефтехимпрома СССР.

Глава 3. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Проблема пожаров в последние годы вышла на уровень глобальных. Пожары все чаще угрожают жизни и здоровью людей, несмотря на повышение уровня противопожарной защиты.

Сложность и противоречивость складывающегося положения состоит в том, что многие достижения научно-технического прогресса, давая средства для решения социальных проблем, одновременно приносят новые опасности.

Опасность возникновения пожаров в РФ на протяжении последних лет остается на высоком уровне, а в целом ряде регионов продолжает расти.

Основная доля пожаров (74 %) и материальных потерь от них (почти 50 %) приходится на жилой сектор. Однако достаточно велико количество пожаров в производственных зданиях и сооружениях (4,6 % от общего количества), на объектах торговли (3,1 %), объектах сельского хозяйства (2,9 %) в общественных зданиях и сооружениях (2,6 %), на производственных складах и базах (0,6 %) и строящихся объектах (0,5 %).

Основными причинами возникновения пожаров являются: неосторожное обращение с огнем, нарушение правил пожарной безопасности, устройства и эксплуатации электрооборудования, обращения с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями, нарушение технологического процесса производства и неисправность производственного оборудования.

Пожары могут быть предупреждены и последствия от их возникновения значительно ослаблены благодаря систематическому проведению профилактических мероприятий, неукоснительному выполнению требования правовых нормативных актов и документов в области пожарной безопасности, применению современных технических средств предупреждения, оповещения и пожаротушения.

Однако не секрет, что многие действующие нормативные акты устарели и нуждаются в оптимизации. В сфере пожарной безопасности действует более двух тысяч документов, которые содержат свыше 250 тысяч требований. Некоторые из них противоречивы или дублируют друг друга.

Поэтому 22 июля 2008 г. Президентом Российской Федерации подписан Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Этот технический регламент (ТР) и еще пять основных документов призваны прийти им на смену. Новый закон содержит понятные как для собственников и простых граждан, так и для надзора требований в сфере пожарной безопасности, создает условия для внедрения системы независимой оценки рисков, повышает ответственность собственника и позволяет ему самостоятельно выбирать способ охраны объекта.

Впервые в стране установлены нормы риска пожаров, которые составляют: для населения – одна миллионная, для предприятий – десятитысячная. Также определено нормативное время прибытия подразделений для ликвидации пожара: для города оно составляет 10 минут, для сельской местности – 20. Законодательно утверждены обязательные для применения и исполнения требования пожарной безопасности при проектировании поселений и городских округов, строительстве зданий и сооружений, к производственным объектам, к пожарной технике и про-

дукции общего назначения в целях защиты жизни и здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц.

3.1. Цели и сфера применения технического регламента

Настоящий технический регламент принят в целях защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения [1].

Положения настоящего ТР об обеспечении пожарной безопасности объектов защиты обязательны для исполнения при:

- проектировании, строительстве, капитальном ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, изменении функционального назначения, техническом обслуживании, эксплуатации и утилизации объектов защиты;
- разработке, принятии, применении и исполнении федеральных законов о технических регламентах, содержащих требования пожарной безопасности, а также нормативных документов по пожарной безопасности;
- разработке технической документации на объекты защиты.

Для целей настоящего Федерального закона сформулированы и используются 50 основных понятий, изложенных в документе, что обеспечивает единое понимание основных положений и требований.

Правовой основой технического регулирования в области пожарной безопасности являются Конституция Российской Федерации, общепризнанные принципы и нормы международного права, международные договоры Российской Федерации, Федеральный закон «О техническом регулировании», Федеральный закон «О пожарной безопасности» и настоящий Федеральный закон, в соответствии с которыми разрабатываются и принимаются нормативные правовые акты Российской Федерации, регулирующие вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты (ст. 3).

Техническое регулирование в области пожарной безопасности

Техническое регулирование в области пожарной безопасности представляет собой (ст. 4):

1) установление в нормативных правовых актах Российской Федерации и нормативных документах по пожарной безопасности требований пожарной безопасности к продукции, процессам проектирования, производства, эксплуатации, хранения, транспортирования, реализации и утилизации;

2) правовое регулирование отношений в области применения и использования требований пожарной безопасности;

3) правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

К нормативным правовым актам Российской Федерации по пожарной безопасности относятся федеральные законы о технических регламентах, федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, устанавливающие обязательные для исполнения требования пожарной безопасности.

К нормативным документам по пожарной безопасности относятся национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности (нормы и правила).

На существующие здания, сооружения и строения, запроектированные и построенные в соответствии с ранее действовавшими требованиями пожарной безопасности, положения настоящего Федерального закона не распространяются, за исключением случаев, если дальнейшая эксплуатация указанных зданий, сооружений и строений приводит к угрозе жизни или здоровью людей вследствие возможного возникновения пожара. В таких случаях собственник объекта или лицо, уполномоченные владеть, пользоваться или распоряжаться зданиями, сооружениями и строениями, должны принять меры по приведению системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в соответствие с требованиями настоящего Федерального закона.

Обеспечение пожарной безопасности объектов защиты

В соответствии со ст. 5 ТР каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности.

Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя:

- систему предотвращения пожара;
- систему противопожарной защиты;
- комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного настоящим Федеральным законом, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

Условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности

Пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если (ст. 6):

1) в полном объеме выполнены обязательные требования пожарной безопасности, установленные федеральными законами о технических регламентах;

2) пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом.

Пожарная безопасность объектов защиты, для которых федеральными законами о технических регламентах не установлены требования пожарной безопасности, считается обеспеченной, если пожарный риск не превышает соответствующих допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом.

При выполнении обязательных требований пожарной безопасности, установленных федеральными законами о технических регламентах, и требований нормативных документов по пожарной безопасности расчет пожарного риска не требуется.

Пожарная безопасность городских и сельских поселений, городских округов и закрытых административно-территориальных образований обеспечивается в рамках реализации мер пожарной безопасности соответствующими органами государственной власти, органами местного самоуправления в соответствии со статьей 63 настоящего Федерального закона.

Юридическим лицом – собственником объекта защиты (зданий, сооружений, строений и производственных объектов) в рамках реализации мер пожарной безопасности должна быть представлена в уведомительном порядке до ввода в эксплуатацию объекта защиты декларация пожарной безопасности в соответствии со статьей 64 настоящего Федерального закона.

Расчеты по оценке пожарного риска являются составной частью декларации пожарной безопасности или декларации промышленной безопасности (на объектах, для которых они должны быть разработаны в соответствии с законодательством Российской Федерации). Порядок проведения расчетов по оценке пожарного риска определяется нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Разработка декларации пожарной безопасности не требуется для обоснования пожарной безопасности пожарно-технической продукции и продукции общего назначения.

Способы защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара

Защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничение последствий их воздействия обеспечиваются одним или несколькими из следующих способов (ст. 52):

- применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага;
- устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;
- устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- применение систем коллективной защиты (в том числе противодымной) и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;

• применение основных строительных конструкций с пределами огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемым степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений и строений, а также с ограничением пожарной опасности поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации;

• применение огнезащитных составов (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) и строительных материалов (облицовок) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;

• устройство аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;

• устройство на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты;

• применение первичных средств пожаротушения;

• применение автоматических установок пожаротушения;

• организация деятельности подразделений пожарной охраны.

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

1. Во всех производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях на видных местах должны быть вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны.

2. Правила применения на территории предприятий открытого огня, проезда транспорта, допустимость курения и проведения временных пожароопасных работ устанавливается общеобъектовыми инструкциями о мерах пожарной безопасности.

3. На каждом предприятии приказом (инструкцией) должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим, в том числе:

• определены и оборудованы места для курения;

• определены места и допустимое количество единовременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;

• установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;

• определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;

• регламентированы: порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ; порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы; действия работников при обнаружении противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

4. В зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при единовременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных

местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а также предусмотрена система (установка) оповещения людей о пожаре. Руководитель объекта с массовым пребыванием людей (50 человек и более) в дополнение к схематическому плану эвакуации людей при пожаре обязан разработать инструкцию, определяющую действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей, по которой не реже одного раза в полугодие должны проводиться практические тренировки всех задействованных для эвакуации работников. Для объектов с ночным пребыванием людей (детские сады, школы-интернаты, больницы и т. п.) в инструкции должны предусматриваться два варианта действий: в дневное и в ночное время.

5. Работники предприятий, а также граждане обязаны:

- соблюдать на производстве и в быту требования пожарной безопасности, стандартов, норм и правил, утвержденных в установленном порядке, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- выполнять меры предосторожности при пользовании газовыми приборами, предметами бытовой химии, проведении работ с легковоспламеняющимися (ЛВЖ) и горючими (ГЖ) жидкостями, другими опасными в пожарном отношении веществами, материалами и оборудованием;
- в случае обнаружения пожара сообщить о нем в пожарную охрану и принять возможные меры к спасению людей, имущества и ликвидации пожара.

6. Граждане обязаны предоставлять в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, возможность государственным инспекторам по пожарному надзору проводить обследования и проверки принадлежащих им производственных, хозяйственных, жилых и иных помещений и строений в целях контроля за соблюдением требований пожарной безопасности.

7. Лица, которым поручено проведение мероприятий с массовым участием людей (вечера, дискотеки, торжества вокруг новогодней елки, представления и т. п.), обязаны перед их началом тщательно осмотреть помещения и убедиться в полной готовности их в противопожарном отношении.

8. Руководители предприятий, на которых применяются, перерабатываются и хранятся опасные (взрывоопасные) сильнодействующие ядовитые вещества, обязаны сообщать подразделениям пожарной охраны данные о них, необходимые для обеспечения безопасности личного состава, привлекаемого для тушения пожара и проведения первоочередных аварийно-спасательных работ на этих предприятиях.

Контрольные вопросы к пункту 3.1

1. Цели и сфера применения технического регламента о требованиях пожарной безопасности (№ 123-ФЗ от 22.07.2008).
2. Правовые основы технического регулирования в области пожарной безопасности.
3. Кто осуществляет непосредственное руководство тушением пожара?
4. Перечислить способы защиты от опасных факторов пожара.
5. Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Библиографический список к пункту 3.1

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

3. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

4. ГОСТ 12.1.004-91 (1999) ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 7 с.

3.2. Основы теории горения

Горение – сложный физико-химический процесс, основой которого является быстро протекающая химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением значительного количества тепла и обычно ярким свечением (пламенем). Химическая реакция горения в большинстве случаев является сложной и состоит из большого числа элементарных химических процессов окислительно-восстановительного типа, приводящих к перераспределению валентных электронов между атомами взаимодействующих веществ. Кроме того, химическое превращение при горении тесно связано с рядом физических явлений: переносом тепла и масс и, соответственно, с гидродинамическими и газодинамическими закономерностями. Согласно современной физико-химической теории горения, ***процесс горения*** – это реакции, связанные с быстрым превращением и тепловым или диффузионным ускорением.

Для возникновения и протекания процесса горения необходимы следующие условия:

- наличие в определенный момент в данной точке пространства горючего вещества, окислителя и источника зажигания;
- горючее и окислитель должны находиться в определенном количественном отношении;
- источник зажигания должен обладать достаточной энергией.

В соответствии с «Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности» по горючести вещества и материалы подразделяются на следующие группы:

- ***негорючие*** – вещества и материалы, неспособные гореть в воздухе. Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);
- ***трудногорючие*** – вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но неспособные самостоятельно гореть после его удаления;

• ***горючие*** – вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться под воздействием источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Из горючих жидкостей выделяют группы ***легковоспламеняющихся и особо опасных легковоспламеняющихся жидкостей***, воспламенение паров которых происходит при низких температурах, определенных нормативными документами по пожарной безопасности.

Окислителями в процессах горения могут быть: кислород (воздух), озон, перекиси, вещества, богатые кислородом (нитросоединения, азотная кислота, перхлораты), галогены и др.

В качестве горючего, способного взаимодействовать с окислителем, могут быть: большинство металлов в свободном виде, сера элементарная и связанная (H_2S, FeS), окись углерода, водород и огромное число органических соединений.

Наибольшее распространенным окислителем является кислород (воздух), а горючим – углеводородные вещества (природный газ, нефть, угли, сланцы, торф и т. п.). Процессы сжигания таких горючих в атмосфере кислорода являются и наиболее изученными. В зависимости от количественного соотношения горючего и окислителя различают три разновидности горючих смесей:

• стехиометрическая смесь, которая не содержит в избытке ни горючего компонента, ни окислителя;

• богатая смесь, содержащая в избытке горючее;

• бедная смесь, содержащая в избытке окислитель.

Наиболее вероятные источники зажигания в условиях производства:

• открытый огонь и раскаленные продукты горения;

• нагретые до высокой температуры поверхности технологического оборудования;

• тепловое проявление механической и электрической энергии;

• тепловое воздействие химических реакций, а также результаты жизнедеятельности микроорганизмов.

В некоторых случаях источником зажигания смеси могут служить лучи света (например, для смесей $CO + Cl_2$; $H_2 + Cl_2$), или вода для щелочных металлов.

По внешнему виду (признаку) горение может происходить и без пламени, то есть оно может быть пламенным или беспламенным (тлением).

В зависимости от агрегатного состояния исходных веществ (горючего и окислителя) различают три вида горения:

• гомогенное (однородное) горение газо- и парообразных горючих веществ в среде газообразного окислителя;

• гетерогенное (неоднородное) горение жидких и твердых горючих веществ и материалов в среде газообразного окислителя или горение жидких горючих в жидких окислителях;

• горение взрывчатых веществ (переход вещества из конденсированного состояния в газообразное):

тротил: $C_7H_5N_3O_6 \rightarrow 2{,}5H_2O + 3{,}5CO + 3{,}5C + 1{,}5N_2$ (кислородный баланс меньше нуля);

нитроглицерин: $C_3H_5N_3O_9 \rightarrow 2{,}5H_2O + 3CO_2 + 0{,}25O_2 + 1{,}5N_2$ (кислородный баланс больше нуля).

По скорости распространения пламени горение подразделяется на три группы:

- *дефлаграционное* (скорость – несколько м/с);
- *взрывное* (скорость – несколько десятков или сотен м/с);
- *детонационное* (скорость – до нескольких тысяч м/с).

Для дефлаграционного горения характерна передача тепла от слоя к слою, а пламя, возникающее в нагретой и разбавленной активными радикалами – продуктами реакции смеси, перемещается в направлении исходной горючей смеси. Это объясняется тем, что пламя как бы становится источником, который выделяет непрерывный поток тепла и химически активных частиц. В результате этого фронт пламени и перемещается в сторону горючей смеси.

Дефлаграционное горение подразделяется на *ламинарное* и *турбулентное.* Скорость ламинарного горения зависит от состава смеси, начального давления и температуры, а также кинетики химических превращений. Скорость распространения турбулентного пламени, помимо перечисленных факторов, зависит от скорости потока, степени и масштабов турбулентности.

Взрывное горение может быть преднамеренным или случайным (аварийным). Преднамеренное взрывное горение характерно для пиротехнических составов (твердые ракетные топлива, пороха). Случайное взрывное горение следует за аварийным выбросом и образованием газо-, паро- или пылевоздушной смеси при наличии источника зажигания.

Детонационное горение свойственно для бризантных взрывчатых веществ, применяемых в различных отраслях промышленности (горнодобывающей, строительной) и в военном деле.

Горение и условия его протекания

При анализе процесса горения первостепенное значение имеет изучение факторов, определяющих инициирование и скорость химических превращений.

Для протекания процесса горения необходимым условием является наличие смеси реакционноспособных веществ, содержащей горючее и окислитель.

В химическую реакцию может вступать только «активная» частица горючей смеси, обладающая к моменту вступления в реакцию достаточным запасом энергии. Энергия, достаточная для необходимого сближения реагирующих частиц, называется *энергией активации* E_0.

В реакцию могут вступать только активные молекулы (атомы, радикалы), то есть те, которые в момент соударения обладают энергией, превышающей энергию активации реакции. Доля активных молекул возрастает при увеличении температуры горючей смеси.

Зависимость скорости реакции от температуры описывается уравнением Аррениуса:

$$U = Ae^{-\frac{E_0}{RT}},$$

где A – коэффициент, учитывающий частоту соударений; e – основание натуральных логарифмов; E_0 – энергия активации; R – универсальная газовая постоянная; T – температура горючей смеси.

Однако на практике любая реакция горения может иметь одновременно признаки и теплового, и цепного механизмов протекания реакции. Зарождение первых активных центров может иметь тепловой характер, а реагирование активных частиц по цепному механизму приводит вновь к выделению тепла, разогреву горючей смеси и термическому зарождению новых центров.

Различают три основных вида самоускорения химических реакций при горении: тепловое, цепное и цепочечно-тепловое (комбинированное). Другими словами, горение – это экзотермическая реакция, протекающая в условиях ее прогрессивного самоускорения.

Краткий сравнительный анализ трех механизмов самоускорения реакций горения позволяет дать краткую их характеристику:

- *тепловое самоускорение реакции* происходит вследствие саморазогрева горючей смеси за счет выделяющегося при реакции тепла;
- *автокаталитически-тепловое самоускорение* происходит в результате накопления продуктов реакции, катализирующих превращение исходного вещества. Когда достигается перевес прихода тепла над его отводом, наступает тепловое самоускорение, заканчивающееся взрывом;
- *цепное самоускорение реакции* при постоянной температуре происходит в результате превышения разветвления над обрывом цепи, когда образуется достаточное количество активных центров, способствующих развитию цепного характера реакции.

Но большинство процессов горения осуществляется по комбинированному механизму реакции.

Химические реакции горения

Горение – сложный физико-химический процесс, основу которого составляют химические реакции окислительно-восстановительного типа, приводящие к перераспределению валентных электронов между атомами взаимодействующих молекул.

Примеры реакций горения:

метана: $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$;

ацетилена: $C_2H_2 + 2{,}5O_2 = 2CO_2 + H_2O$;

натрия: $2Na + Cl_2 = 2NaCl$;

водорода: $H_2 + Cl_2 = 2HCl$, $2H_2 + O_2 = 2H_2O$;

тротила: $C_7H_5N_3O_6 = 2{,}5H_2O + 3{,}5CO + 3{,}5C + 1{,}5N_2$.

Сущность окисления – отдача окисляющимся веществом валентных электронов окислителю, который, принимая электроны, восстанавливается. *Сущность восстановления* – присоединение восстанавливающимся веществом электронов

восстановителя, который, отдавая электроны, окисляется. В результате передачи электронов изменяется структура внешнего (валентного) электронного уровня атома. Каждый атом при этом переходит в наиболее устойчивое в данных условиях состояние.

В химических процессах электроны могут полностью переходить из электронной оболочки атомов одного вещества (элемента) в оболочку атомов другого.

Так, при горении металлического натрия в хлоре атомы натрия отдают по одному электрону атомам хлора. При этом на внешнем электронном уровне атома натрия оказывается восемь электронов (устойчивая структура), а атом, лишившийся одного электрона, превращается в положительно заряженный ион. У атома хлора, получившего один электрон, внешний уровень заполняется восемью электронами, и атом превращается в отрицательно заряженный ион. В результате действия кулоновских электростатических сил происходит сближение разноименно заряженных ионов и образуется молекула хлорида натрия (ионная связь):

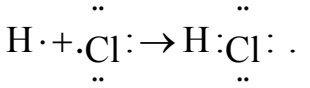
$$Na^+ + Cl^- = Na^+Cl^- \quad \text{или} \quad \overset{2e^-}{\overbrace{}} \; 2Na + Cl_2 = 2Na^+Cl^-.$$

Атом магния имеет в наружном слое два электрона. При взаимодействии с кислородом два атома магния отдают четыре электрона молекуле (двум атомам) кислорода и превращаются в положительные двухзарядные ионы. Последние связываются с образовавшимися отрицательно заряженными ионами кислорода в кристаллы оксида магния MgO:

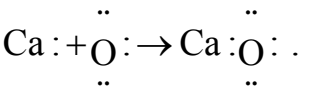
$$\overset{4e^-}{\overbrace{}} \; 2Mg + O_2 = 2Mg^{2+}O^{2-}.$$

Таким образом, горение натрия, магния (окисление) сопровождается переходом его электронов к кислороду.

В других процессах электроны внешних оболочек двух разных атомов поступают как бы в общее пользование, стягивая тем самым атомы молекул (*ковалентная* или *атомная* связь):



И, наконец, один атом может отдавать в общее пользование свою пару электронов (молекулярная связь):



Выводы из положений современной теории окисления-восстановления:

1) сущность окисления заключается в потере электронов атомами или ионами окисляющегося вещества, а сущность восстановления – в присоединении электронов к атомам или ионам восстанавливающегося вещества. Процесс, при

котором вещество теряет электроны, называется ***окислением***, а присоединение электронов – ***восстановлением***;

2) окисление какого-либо вещества не может произойти без одновременного восстановления другого вещества. Например, при горении магния в кислороде или воздухе происходит окисление магния и одновременно – восстановление кислорода. При полном сгорании образуются продукты, неспособные к дальнейшему горению (CO_2, H_2O, HCl и т. д.), при неполном – получившиеся продукты способны к дальнейшему горению (CO, H_2S, HCN, NH_3, альдегиды и т. д.).

В условиях пожара, при горении органических веществ в воздухе, чаще всего полного сгорания не происходит. Признаком неполного сгорания является наличие дыма, содержащего несгоревшие частицы углерода.

Горение в атмосферном воздухе

Воздух – это смесь газов, основными компонентами которой является азот (78 % объема), кислород (21 %) и аргон (0,9 %). Азот и аргон в процессе горения в химическом взаимодействии участия практически не принимают, так как являются инертными газами. Однако они влияют на этот процесс, снижая скорость реакции за счет расхода тепла на их нагрев.

Для многих расчетов (определение необходимого объема воздуха, объема продуктов сгорания, температуры горения и т. п.) необходимо составлять уравнение реакций горения веществ в воздухе. В этих уравнениях необходимо учитывать долю азота и аргона в воздухе.

Для простоты расчетов принимают, что воздух состоит из 21 % кислорода и 79 % азота, т.е. на один объем кислорода в воздухе приходится 79 : 21 = 3,76 объема азота (или на каждую молекулу кислорода приходится 3,76 молекулы азота).

Продукты полного сгорания при горении компонентов горючих веществ (главным образом органических): углерода C – диоксид углерода CO_2; водорода H – вода H_2O; серы S – диоксид серы SO_2 и т. д. Азот, входящий в горючее вещество, выделяется в свободном виде N_2.

Пример составления уравнения реакции горения метана:

$$CH_4 + 2O_2 + 2 \cdot 3{,}76N_2 = CO_2 + 2H_2O + 2 \cdot 3{,}76N_2.$$

Учитывая, что расчет ведется обычно на 1 моль, 1 кг или 1 $м^3$ горючего вещества, в уравнении реакции коэффициент перед горючим, равен единице. Поэтому в некоторых уравнениях реакций горения перед кислородом или другим веществом могут быть дробные коэффициенты.

Порядок уравнивания числа молекул в реакции (левой и правой частях): углерод, водород, кислород и т. д.

Примеры реакций горения некоторых органических веществ:

- *ацетилена:* $C_2H_2 + 2{,}5O_2 + 2{,}5 \cdot 3{,}76\ N_2 = 2CO_2 + H_2O + 2{,}5 \cdot 3{,}76N_2$;
- *пиридина:* $C_5H_5N + 6{,}25O_2 + 6{,}25 \cdot 3{,}76N_2 = 5CO_2 + 2{,}5H_2O + 6{,}25 \cdot 3{,}76N_2 + 0{,}5N_2$;
- *винилхлорида:* $C_2H_3Cl + 2{,}5O_2 + 2{,}5 \cdot 3{,}76N_2 = 2CO_2 + H_2O + 2{,}5 \cdot 3{,}76N_2 + HCl$;
- *вторэтилена:* $C_2H_3F + 2{,}5O_2 + 2{,}5 \cdot 3{,}76N_2 = 2CO_2 + H_2O + HF + 2{,}5 \cdot 3{,}76N_2$.

Молекулы некоторых горючих веществ, так называемых технических продуктов, к которым относятся, например, бензин, керосин, дизельное топливо, масла и др., представлены условной химической формулой вида C_a, $H_в$, N_c, O_d, S_e, где a, $в$, c, d, e – число атомов соответственно углерода, водорода, азота, кислорода, серы.

Уравнение химической реакции в случае полного окисления таких веществ можно представить в следующем виде:

$$C_aH_вN_cO_dS_e+(a+в/4–d/2+e)O_2+n\cdot3{,}76N_2 \rightarrow aCO_2+в/2H_2O+c/2N_2+eSO_2+n\cdot3{,}76N_2.$$

Примеры реакций горения технических продуктов:

- *масло АМТ-300Т:* $C_{19,04}H_{24,58}S_{0,196}N_{0,04}+(19{,}04+24{,}58/4+0{,}196)O_2+$ $+ 25{,}381\cdot3{,}76N_2 = 19{,}04CO_2+24{,}58/2H_2O+0{,}196SO_2+25{,}381\cdot3{,}76N_2+0{,}02N_2$;
- *растворитель Р-4:* $C_{3,231}H_{7,788}O_{0,22}+(3{,}231+7{,}788/4-0{,}22/2)O_2+$ $+ 5{,}068\cdot3{,}76N_2 = 3{,}231CO_2+7{,}788/2H_2O+5{,}068\cdot3{,}76N_2$.

Контрольные вопросы к пункту 3.2

1. Определение и краткая характеристика процесса горения.
2. Виды горения в зависимости от агрегатного состояния.
3. Дайте понятие активной частицы и энергии активации.
4. Раскройте сущность процессов окисления и восстановления реагирующих при горении веществ.
5. Виды связей, возникающих в результате взаимодействия реагирующих веществ при горении. Привести примеры.
6. Основные компоненты атмосферного воздуха, их влияние на процесс горения.
7. Продукты, образующиеся при полном сгорании углеводородов в атмосферном воздухе.
8. Приемы, применяемые при составлении уравнений реакций горения веществ в атмосферном воздухе.

Библиографический список к пункту 3.2

1. ГОСТ 12.1.044-89.ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 143 с.

2. Зеленкин, В.Г. Теория горения и взрыва: конспект лекций / В.Г. Зеленкин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 90 с.

3. Голотин, Г.И. Теория горения и взрыва: учебное пособие к практическим занятиям / Г.И. Голотин, И.В. Зубанова; под ред. А.И. Сидорова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – Ч. I. – 82 с.

3.3. Пожарная техника

Пожарная техника в зависимости от назначения и области применения подразделяется на следующие типы:

1) первичные средства пожаротушения;

2) мобильные средства пожаротушения;

3) установки пожаротушения;
4) средства пожарной автоматики;
5) пожарное оборудование;
6) средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре;
7) пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный);
8) пожарные сигнализация, связь и оповещение.

3.3.1. Первичные средства пожаротушения

В соответствии с ППБ 01-03, помещения, здания и сооружения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения, под которыми понимаются устройства, инструменты и материалы, предназначенные для локализации или тушения пожара на начальной стадии его развития (огнетушители, песок, войлок, кошма, асбестовое полотно, ведра, лопаты) и др. Первичные средства пожаротушения предназначены для использования работниками организаций, личным составом подразделений пожарной охраны и иными лицами в целях борьбы с пожарами и подразделяются на следующие типы:

1) переносные и передвижные огнетушители;
2) пожарные краны и средства обеспечения их использования;
3) пожарный инвентарь;
4) покрывала для изоляции очага возгорания.

При определении видов и количества первичных средств пожаротушения следует учитывать физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, а также площадь помещений.

Пожарные щиты комплектуются первичными средствами пожаротушения, немеханизированным пожарным инструментом (комплект для резки электропроводов) и инвентарем (лом, багор, лопата, ведро). Бочки для хранения воды, устанавливаются рядом с пожарным щитом и должны иметь объем не менее 0,2 м^3 и комплектоваться ведрами. Ящики для песка устанавливаются со щитами в помещениях или открытых площадках, где возможен розлив легковоспламеняющихся или горючих жидкостей. Ящики должны иметь объем 0,5 м^3; 1,0 м^3 или 3,0 м^3 и комплектоваться совковой лопатой. Конструкция ящика должна обеспечивать удобство извлечения песка и исключать попадание осадков.

Пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода должны быть укомплектованы рукавами и стволами. Конструкция пожарных кранов должна обеспечивать возможность открывания запорного устройства одним человеком и подачи воды с интенсивностью, обеспечивающей тушение пожара. Пожарный рукав должен быть присоединен к крану и стволу. Необходимо не реже 1 раза в год производить перекатку рукавов на новую скатку.

Хранение первичных средств пожаротушения (пожарный кран, переносные огнетушители, автоматическое канатно-спусковое устройство, самоспасатели, специальные огнестойкие накидки, аптечка и немеханизированный пожарный инструмент) осуществляется в пожарных шкафах, которые изготавливаются из негорючих материалов.

Конструкция пожарных шкафов должна позволять быстро и безопасно использовать находящееся в них оборудование, а габаритные размеры и установка не должны приводить к загромождению путей эвакуации.

В качестве ***покрывала для изоляции*** очага возгорания используют асбестовые полотна, грубошерстные ткани или войлок, которые должны быть размером не менее 1×1 м и предназначены для тушения очагов пожара веществ и материалов на площади не более 50 % от площади применяемого полотна, горение которых не может происходить без доступа воздуха. В местах применения и хранения ЛВЖ и ГЖ размеры полотен могут быть увеличены до 2×1,5 м или 2×2 м. Асбестовое полотно, войлок (кошму) рекомендуется хранить в металлических футлярах с крышками и периодически (не реже 1 раза в 3 мес.) просушивать и очищать от пыли.

Использование первичных средств пожаротушения, немеханизированного пожарного инструмента и инвентаря для хозяйственных и прочих нужд, не связанных с тушением пожара, запрещается. На хозяйственных объектах должно быть определено лицо, ответственное за приобретение, ремонт, сохранность и готовность к действию первичных средств пожаротушения.

Широкое распространение получили ***огнетушители*** – переносные или передвижные устройства для тушения очага пожара за счет выпуска запасенного огнетушащего вещества (ГОСТ 12.2.047).

Огнетушащие вещества и составы

Огнетушащее вещество (ОТВ) представляет собой вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия прекращения горения.

Пожаротушение – комплекс мероприятий и действий, направленных на ликвидацию возникшего пожара. Поскольку для возникновения и развития процесса горения необходимы присутствие горючего вещества, окислителя и источника зажигания, для прекращения горения достаточно исключить какой-либо из указанных факторов. Следовательно, пожаротушение можно обеспечить следующими путями:

- изоляция очага горения от воздуха, или снижение концентрации O_2 в воздухе разбавлением негорючими газами до значения, при котором не может происходить горение;
- охлаждение очага горения до температуры ниже определенного предела;
- интенсивное торможение (ингибирование) скорости химических реакций в пламени;
- механический срыв пламени сильной струей газа или воды;
- создание условий огнепреграждения.

Для тушения пожаров различных классов применяют различные огнетушащие вещества и составы, называемые в дальнейшем огнетушащими средствами.

Огнетушащие средства – вещества и составы, обладающие физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения.

Они могут быть в твердом, жидком или газообразном состоянии: вода, вода и смачиватели, пены, инертные газы, галогеноуглеводороды, порошки, комбинированные составы.

Огнетушащие вещества должны:

1) обеспечивать тушение пожара поверхностным или объемным способом их подачи с характеристиками подачи огнетушащих веществ в соответствии с тактикой тушения пожара.

2) применяться для тушения пожара тех материалов, взаимодействие с которыми не приводит к опасности возникновения новых очагов пожара или взрыва.

3) сохранять свои свойства, необходимые для тушения пожара, в процессе транспортирования и хранения.

Огнетушащие вещества не должны оказывать опасное для человека и окружающей среды воздействие, превышающее принятые допустимые значения.

Основные требования к огнетушащим средствам:

1) высокий эффект тушения при относительно малом расходе;
2) дешевизна и безопасность в обращении;
3) минимальный вред, причиненный материалом и предметом при тушении.

Вода является наиболее распространенным огнетушащим средством. Она обладает высокой теплоемкостью и теплотой парообразования: 1 литр H_2O при нагревании от 0 до 100 °С поглощает 419 кДж тепла, а при испарении 2260 кДж, образуя при этом около 1700 литров пара. Огнегасительный эффект достигается охлаждающим действием, снижением концентрации O_2 за счет парообразования, а также изолирующим горючее вещество от зоны горения. Вода подается в зону горения в виде компактных и распыленных струй (размер капель более 100 мкм), а также в тонкораспыленном состоянии (размер капель менее 100 мкм).

Вода используется в виде сплошных и распыленных струй.

Сплошные струи представляют собой неразрывный поток воды, имеющий большую скорость и сравнительно небольшое сечение.

Такие струи характеризуются определенной ударной силой и большой плотностью полета при этом значительные объемы воды воздействуют на малую площадь пожара.

Сплошными струями тушат пожары в тех случаях, когда требуется подать воду на большие расстояния или придать струе значительную ударную силу (например, при тушении больших очагов пожара, когда невозможно доставить близко к очагу горения ствол для подачи воды, при необходимости с большого расстояния охлаждать соседние с горящими объектами металлические конструкции, резервуары и т. д.). Этот способ тушения является наиболее простым и распространенным.

Распыленные струи – поток воды, состоящий из мелких капель. Эти струи характеризуются небольшими величинами ударной силы и дальности полета. Но орошают большую площадь. При подаче воды распыленными струями создаются наиболее благоприятные условия для ее испарения и тем самым повышается эффект охлаждающего действия и разбавления горючей среды паром.

Главное преимущество распыленных струй заключается в сокращении расхода воды и поэтому способ, использующий их, является перспективным.

К недостаткам воды относятся:

- сравнительно высокая температура замерзания;
- недостаточная в ряде случаев (например, при тушении тлеющих материалов) смачивающая способность;
- низкая эффективность охлаждения реагирующих веществ, при подаче в зону горение компактных струй;
- сравнительно высокая электропроводность, не позволяющая тушить объекты, находящиеся под напряжением;
- малая эффективность и даже отрицательный эффект при тушении нефтепродуктов и многих других горючих жидкостей, всплывающих на ее поверхность и продолжающих гореть;
- невозможность применять для тушения веществ, бурно реагирующих с ней с выделением тепла, горючих, а также токсичных и коррозийно активных газов.

Некоторые недостатки воды можно снизить или устранить введением в нее различных добавок:

- для понижения температуры замерзания в воду добавляют антифризы (от греч. *anti* – против и английского *freeze* – замерзать), водные растворы спиртов, глицерина, неорганических солей, гликолей;
- для повышения смачивающей способности в воду включают 0,5…2 % поверхностно-активных веществ (ПАВ) – сульфонатов, сульфонолов НП-1, НП-3; смачивателей ДБ, НБ, ОП-7, ОП-10; пенообразователей ПО-1 и другие, применяемых для уменьшения поверхностного натяжения воды;
- для уменьшения растекаемости в воду включают добавки, повышающие вязкость и уменьшающие время тушения (например, натрийкарбоксилцеллюлоза).

Водяной пар применяют для тушения объектов с ограниченным воздухообменом и небольшим объемом (до 500 м^3), а также для тушения небольших пожаров на открытых площадках. Целесообразность применения пара оправдывается для предприятий, имеющих его большие ресурсы. Огнетушащее действие заключается в вытеснении воздуха из помещения. Для тушения пожара необходимо создать концентрацию водяного пара в воздухе не менее 35 % (по объему). Избыточная влага и охлаждающее влияние пара существенного значения при тушении пожара не имеет.

Пена – дисперсная система, в которой газ заключен в ячейки, отделенная одна от другой жидкостными пленками (пузырьки газа заключенные в тонкие оболочки пленки из жидкости). Пены применяют для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействие с водой. В первую очередь, для тушения нефтепродуктов, имеющих плотность менее 1000 кг/м^3 и не растворимые в воде. Основное огнетушащее свойство пены заключается в изоляции зоны горения путем образования на поверхности паронепроницаемого слоя определенной структуры и стойкости. Это достигается благодаря тому, что пена обладает значительной вязкостью и, имея плотность ниже плотности горящей жидкости

(100 ÷ 200 кг/м^3), попадая на поверхность жидкости не оседает вниз, а находится на ней и изолирует горящую жидкость от кислорода воздуха и источников тепла, что способствует прекращению выделения горючих паров. Помимо этого, вследствие низкой теплопроводности пена препятствует передаче тепла от зоны горения, т.е. обладает охлаждающей способностью. Пена характеризуется кратностью и стойкостью.

Кратность пены – это отношение ее объема к объему исходных продуктов. ***Стойкость*** – время от момента образования пены до полного ее распада.

Различают две разновидности огнетушащих пен: химическую и воздушно-механическую. Химическая пена образуется в пеногенераторах из специальных пенопорошков, состоящих из кислотных и щелочных частей, в присутствии пенообразователя.

Пенопорошок состоит из сухих солей: щелочного компонента (Na_2CO_3, $NaHCO_3$) и кислотного компонента [$Al_2(SO_4)_3$, $Fe(SO_4)_3$], а также лакричного экстракта или другого пеноообразующего вещества.

Пеногенератор – аппарат непрерывного действия для образования химической пены. Состоит из емкости с водой, бункера для пенопорошка и струйного насоса.

При взаимодействии с водой компоненты пенопорошка растворяются и вступают в реакцию с образованием:

$$Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + NaOH;$$

$$Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4;$$

$$H_2SO_4 + 2NaHCO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + 2CO_2.$$

В присутствии пенообразующего порошка образуется огнетушащий состав, который через пожарный рукав и пенный ствол или пенослив подается в очаг пожара. При растекании химической пены образуется слой толщиной 7…10 см, весьма устойчивый, малоразрушающийся под действием пламени.

Последнее время наметилась тенденция к сокращению применения химической пены, что связано со сравнительно высокой стоимостью и сложностью тушения пожара. Поэтому ее применяют в основном в огнетушителях.

Воздушно-механическая пена (ВМП) представляет собой механическую смесь воздуха, воды и поверхностно-активных веществ, снижающих поверхностное натяжение воды. Обычно в качестве ПАВ используют пенообразователь типа ПО-1, состоящий из %: керосиновый экстракт Петрова (натриевые соли нефтяных сульфо-кислот) – 82,5…86,5; костный (столярный) клей – 3,5…5,5; этанол (этиловый спирт) или этиленгликоль – 10…12.

Для получения ВМП используют стационарные воздушно-пенные установки.

К ***инертным газовым разбавителям*** относятся: CO_2, N_2, Ar, водяной пар, дымовые газы. Они выполняют две задачи:

1) предупреждение взрыва при скоплении в помещении горючих газов или паров путем создания среды, неподдерживающей горения;

2) тушение пожаров объемным способом, путем снижения концентрации O_2 в воздухе и уменьшения теплового эффекта за счет потери тепла на их нагревание.

Огнегасительная концентрация газов составляет приблизительно треть объемов помещения (3…36 %).

Углекислый газ – бесцветный газ. Хранится в стальных баллонах в сжиженном состоянии. Из 1 л сжиженного углекислого газа при температуре 0 °С образуется 506 л газа.

Для большинства веществ огнегасительная концентрация составляет 20…30 %. Однако вдыхание воздуха, содержащего 10 % углекислого газа смертельно для человека. Поэтому система тушения с его использованием должна иметь сигнализирующее устройство об опасности (речь идет о газообразном углекислом газе, подаваемом в помещение через перфорированный трубопровод).

Второй способ подачи – выброс сжиженного углекислого газа через раструбы – диффузоры. В этом случае жидкий углекислый газ выдавливается в раструб и мгновенно испаряется. Процесс испарения идет с поглощением тепла, поэтому внутри раструба температура резко понижается до –80 °С и жидкий газ частично переходит в снегообразное состояние. Углекислый газ в снего- и жидкообразном состоянии часто называют углекислотой. Углекислота в газообразном состоянии обладает разбавляющим огнетушащим действием (снижает концентрацию кислорода в помещении), а в снегообразном еще и охлаждающим действием.

Углекислота применяется для быстрого тушения (2–10 с) особенно небольших поверхностей горючих жидкостей, стендов для испытания ДВС, электродвигателей и установок, находящихся под напряжением, т.к. она неэлектропроводна. Применение углекислоты исключается для тушения щелочных, щелочноземельных металлов, гидридов металлов, а также веществ, в молекулы которых входит кислород, т.е. они горят без доступа воздуха.

Азот $\mathbf{N_2}$ – газ без цвета и запаха. Обладает разбавляющим огнегасительным действием. Применяется главным образом для тушения веществ, горящих пламенем (жидкостей и газов). Плохо тушит тлеющие вещества (древесина, бумага, картон) и не тушит волокнистые материалы (хлопок, ткани). Разбавление воздуха азотом до содержания кислорода в пределах 12…15 % безопасно, а более высокое – опасно для человека. Поэтому для повышения его огнетушащего действия рекомендуется вводить от 3 до 5 % галогенуглеводородов.

Галогенуглеводороды (газы, жидкости) замедляют реакцию горения, поэтому их называют ингибиторами (флегматизаторами, антикатализаторами).

Для тушения пожаров применяются галогенуглеводороды главным образом на основе предельных углеводородов – алканов (CH_4; C_2H_6, реже C_3H_8):

CH_2Br_2 – бромистый метилен;

CH_2J_2 – иодистый метилен;

CH_3Br – бромистый метил;

C_2H_5Br – бромистый этил.

Товарное наименование галогенуглеводородов – *хладоны* (ранее фреоны). В молекулах хладонов обязательно имеются атомы галогенов – фтор, хлор,

бром, иод. Каждому хладону присвоен соответствующий номер. Например, трифторбромметан (хладон 13В1 – химическая формула CF_3Br): 1 – один атом углерода, 3 – три атома фтора, В – обозначается бром, 1 – один атом бора, дибромтетрафторэтан (хладон 114В2 – химическая формула $C_2F_4Br_2$).

Галогеноуглеводороды являются летучими соединениями, они плохо растворяются в воде, но хорошо смешиваются со многими органическими веществами. Хладоны 114В2 ,12В2 ($C_2F_4Br_2$, CF_2Br_2) – тяжелые жидкости со специфическим запахом. Остальные хладоны при нормальных условиях – газы, легко сжижающиеся под небольшим давлением. Хладоны имеют высокую плотность как в жидкообразном, так в газообразном состоянии, что обеспечивает возможность создания струи и проникновения капель в пламя, а также удержания паров около очага горения. Низкие температуры замерзания делают возможным применение их при минусовых температурах. Хладоны обладают также хорошими диэлектрическими свойствами, поэтому их можно применять для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением.

К недостаткам хладонов относится их вредное воздействие на организм человека: слабые наркотические яды, а продукты их термического разложения обладают высокой токсичностью и высокой коррозийной активностью.

Сжатый воздух используют для тушения горючих жидкостей с температурой вспышки больше 60 °С методом их перемешивания. Горение прекращается при снижении температуры верхнего слоя жидкости ниже температуры воспламенения. К таким жидкостям, например, относятся:

ундекан ($C_{11}H_{24}$, $t_{всп}$ = 62 °С), додекан ($C_{12}H_{26}$, $t_{всп}$ = 77 °С),

2-фуральдегид ($C_5H_4O_2$, $t_{всп}$ = 64 °С), хлорид серы S_2Cl_2, $t_{всп}$ = 118 °С).

Порошковые составы – мелкодисперсные минеральные соли с различными добавками, препятствующими слеживанию и комкованию. В качестве основы для огнетушащих порошков используют: моноаммоний фосфат NH_4 H_2PO_4, диаммоний фосфат $(NH_4)_2HPO_4$. Соли угольной кислоты; карбонат натрия Na_2CO_3; бикарбонат натрия $NaHCO_3$. Соли соляной кислоты: хлорид натрия NaCl, хлорид калия KCl; стеорат кальция $CaC_{36}H_{70}O_4$, тальк $3MgO_4 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$, неофилин $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2Si \cdot O_2$, кремнийорганические соединения (например, SiO $(CH_3)_4$; $SiO_2(CH_3)_4$; $SiO_3(CH_3)_4$); аммофос – сложное минеральное соединение, получаемое путем взаимодействия фосфорной кислоты H_3PO_4 с аммиаком, селикагель – высушенный студень (студенистый осадок кремниевой кислоты.

Кроме пожаротушения порошки могут применяться для флегматизации горючей среды и взрывоподавления. Они обладают следующими преимуществами:

- высокая огнетушащая способность, например, тушение пожаров класса В на большой площади в течение нескольких секунд;
- универсальность – возможность их применение для тушения пожаров разных классов, которые невозможно тушить водой или другими средствами, например, металлическое электрооборудование, находящееся под напряжением;
- возможность использования при отрицательной температуре;
- они не токсичны и не оказывают коррозийного действия;

• их можно использовать в сочетании с распыленной водой и пенными средствами;

• они сравнительно дешевы и удобны в обращении.

К недостаткам можно отнести их слёживаемость и комкование, однако, получение по современным технологиям резко улучшило их сопротивляемость слёживаемости и обеспечило хорошую текучесть, что резко повысило их применение.

Огнетушащие порошки в зависимости от классов пожара, которые ими можно потушить, делятся на следующие типы:

• порошки типа АВСЕ, в которых основной активный компонент – фосфорно-аммонийные соли;

• порошки типа ВСЕ, в которых основным компонентом могут быть бикарбонат натрия или калия, сульфат калия, хлорид калия, сплав мочевины с солями угольной кислоты и т. д.;

• порошки типа Д, в которых основной компонент – хлорид калия, графит и т. д.

В зависимости от назначения порошковые составы делятся на порошки общего назначения (типа АВСЕ, ВСЕ) и порошки специального назначения (которые тушат, как правило, не только пожары класса D, но и пожары других классов).

Порошки хранят в специальных упаковках, предохраняя их от увлажнения и подают в очаг горения сжатыми газами.

Комбинированные составы – это огнетушащие средства, в которых сочетаются свойства составляющих веществ (табл. 3.1). Наиболее эффективными являются комбинации носителя с сильным ингибитором горения.

Таблица 3.1

Примеры комбинированных составов

Условные названия состава	Компоненты	Содержание, %
Порошок СИ-2	Селикагель, хладон 114 В2	50 50
Азотно-хладоновый	Азот хладон	95 5
Углекислотно-хладоновый	CO_2 хладон 114 В2	85 15
Водно-хладоновые	Вода хладоны	—
Пенно-хладоновые	Воздушно-механическая пена хладон	—

Классификация огнетушителей

К переносным и передвижным огнетушителям предъявляются следующие требования:

1) огнетушители должны обеспечивать тушение пожара одним человеком на площади, указанной в технической документации организации-изготовителя;

2) технические характеристики огнетушителей должны обеспечивать безопасность человека при тушении пожара;

3) прочностные характеристики конструктивных элементов огнетушителей должны обеспечивать безопасность их применения при тушении пожара.

В настоящее время принята следующая классификация огнетушителей и ОТВ (НПБ 166-97).

Огнетушители делятся на переносные (массой до 20 кг) и передвижные (массой не менее 20, но не более 400 кг). Передвижные огнетушители могут иметь одну или несколько емкостей для зарядки ОТВ, смонтированных на тележке.

По виду применяемого огнетушащего вещества огнетушители подразделяют на следующие:

- водные (ОВ);
- пенные (воздушно-пенные (ОВП); химические пенные (ОХП);
- порошковые (ОП);
- газовые (углекислотные (ОУ);
- хладоновые (ОХ);
- комбинированные.

Водные огнетушители по виду выходящей струи подразделяют на следующие:

- огнетушители с компактной струей – ОВ (К);
- огнетушители с распыленной струей (средний диаметр капель более 100 мкм) – ОВ(Р);
- огнетушители с мелкодисперсной распыленной струей (средний диаметр капель менее 100 мкм) – ОВ(М).

Огнетушители воздушно-пенные по параметрам формируемого пенного потока подразделяют на следующие:

- низкой кратности, кратность пены от 5 до 20 включительно – ОВП(Н);
- средней кратности, кратность пены свыше 20 до 200 включительно – ОВП(С).

По принципу вытеснения огнетушащего вещества огнетушители подразделяют на закачные; с баллоном сжатого или сжиженного газа; с газогенерирующим элементом; с термическим элементом; с эжектором.

По значению рабочего давления огнетушителя подразделяют на огнетушители низкого давления (рабочее давление ниже или равно 2,5 МПа при температуре окружающей среды (20±2 °С) и огнетушители высокого давления (рабочее давление выше 2,5 МПа при температуре окружающей среды (20±2 °С).

По возможности и способу восстановления технического ресурса огнетушители подразделяют:

- на перезаряжаемые и ремонтируемые;
- на неперезаряжаемые.

По назначению, в зависимости от вида заряженного ОТВ, огнетушители подразделяют:

- для тушения загорания твердых горючих веществ (класс пожара А);
- для тушения загорания жидких горючих веществ (класс пожара В);

- для тушения загорания газообразных горючих веществ (класс пожара С);
- для тушения загорания металлов и металлосодержащих веществ (класс пожара D);
- для тушения загорания электроустановок, находящихся под напряжением (класс пожара Е).

Огнетушители могут быть предназначены для тушения нескольких классов пожара.

Огнетушители ранжируют в зависимости от их способности тушить модельные очаги пожара различной мощности. Ранг огнетушителя указывают на его маркировке.

Выбор огнетушителей

Количество, тип и ранг огнетушителей, необходимых для защиты конкретного объекта, устанавливают исходя из величины пожарной нагрузки, физико-химических и пожароопасных свойств обращающихся горючих материалов (категории защищаемого помещения, определяемой по НПБ 105-95, табл. 3.2), характера возможного их взаимодействия с ОТВ и размеров защищаемого объекта.

Порошковые огнетушители, в зависимости от заряда, применяют для тушения пожаров классов АВСЕ, ВСЕ или класса D (рис. 3.1).

Рис. 3.1. Общий вид порошкового огнетушителя ОП-4(з) АВСЕ

Запрещается (без проведения предварительных испытаний) тушить порошковыми огнетушителями электрооборудование, находящееся под напряжением выше 1000 В.

Таблица 3.2

Категории помещений по взрывоопасной и пожарной опасности

Категория	Характеристика взрывопожароопасных веществ и материалов	Примеры производств, размещенных в помещении
А Взрывопожароопасная	Горючие газы, ЛВЖ с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные паро-, газовоздушные смеси, при воспламенении которых возникает избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа	В цехе обработки и применения металлического K и Na, нефтеперерабатывающие и химические производства, склады бензина и баллоны с горючими газами. Помещения стационарных кислотных и щелочных аккумуляторных установок, водородные станции
Б Взрывопожароопасная	Горючие пыли и волокна, ЛВЖ с температурой вспышки 28°С и более, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа	Цехи приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, обработки синтетического каучука, мазутное хозяйство электростанций и других
В (В1…В4) Пожароопасная	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материал, в том числе пыли и волокна. Вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся категориям А и Б	Лесопильные и деревообрабатывающие цехи, цехи текстильной и бумажной промышленности, швейные и трикотажные фабрики, склады масла и масляное хозяйство электростанций, гаражи и т. д.
Г	Негорючие вещества и материалы в горючем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива	Литейные, плавильные, кузнечные, сварочные цехи, цехи горячей прокатки металлов, котельные, главные корпуса электростанций (тепловых) и других
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии	Цехи холодной обработки металлов, пластмасс и т. д.

Примечание. Разделение помещений на категории $В_1$…$В_4$ (пожароопасная категория помещения) осуществляется путем сравнения максимального значения удельной пожарной нагрузки (ПН) с установленной величиной на участке q, МДж/м^2: $В_1$ – более 2200 МДж/м^2; $В_2$ – от 1401…2200 МДж/м^2; $В_3$ – от 181…1400 МДж/м^2; $В_4$ – 1…180 МДж/м^2.

Для тушения пожаров класса D огнетушителя должны быть заряжены специальным порошком, который рекомендован для тушения данного горючего вещества, и оснащены специальным успокоителем для снижения скорости и кинетической энергии порошковой струи. Параметры и количество огнетушителей определяют исходя из специфики обращающихся пожароопасных материалов, дисперсности частиц и возможной площади пожара.

При тушении пожара порошковыми огнетушителями необходимо применять дополнительные меры по охлаждению нагретых элементов оборудования или строительных конструкций.

Не следует использовать порошковые огнетушители для защиты оборудования, которое может выйти из строя при попадании порошка (электронно-вычислительные машины, электронное оборудование, электрические машины коллекторного типа).

Необходимо строго соблюдать рекомендованный режим хранения и периодически проверять эксплуатационные параметры порошкового заряда (влажность, текучесть, дисперсность).

Химические пенные огнетушители и огнетушители, приводимые в действие путем их переворачивания, запрещается вводить в эксплуатацию. Они должны быть исключены из инструкций и рекомендаций по пожарной безопасности и заменены более эффективными огнетушителями, тип которых определяют в зависимости от возможного класса пожара и с учетом особенностей защищаемого объекта.

Углекислотные огнетушители с диффузором (рис. 3.2), создающим струю ОТВ в виде снежных хлопьев, как правило, применяют для тушения пожаров класса А; с диффузором, создающим поток в виде газовой струи, – для тушения пожаров класса Е.

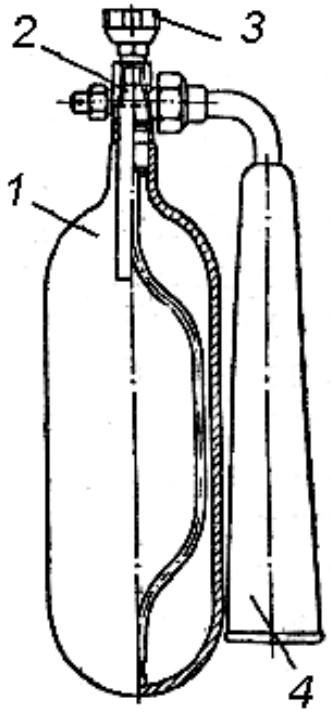


Рис. 3.2. Углекислотный огнетушитель ОУ-2:
1 – корпус; 2 – вентиль; 3 – маховик; 5 – раструб

Запрещается применять углекислотные огнетушители для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением выше 10 кВ.

Хладоновые огнетушители должны применяться в тех случаях, когда для эффективного тушения пожара необходимы огне тушащие составы, не повреждающие защищаемое оборудование и объекты (вычислительные центры, радиоэлектронная аппаратура музейные экспонаты, архивы и т. д.).

Воздушно-пенные огнетушители (рис. 3.3) применяют для тушения пожаров класса А (как правило, со стволом пены низкой кратности) и пожаров класса В.

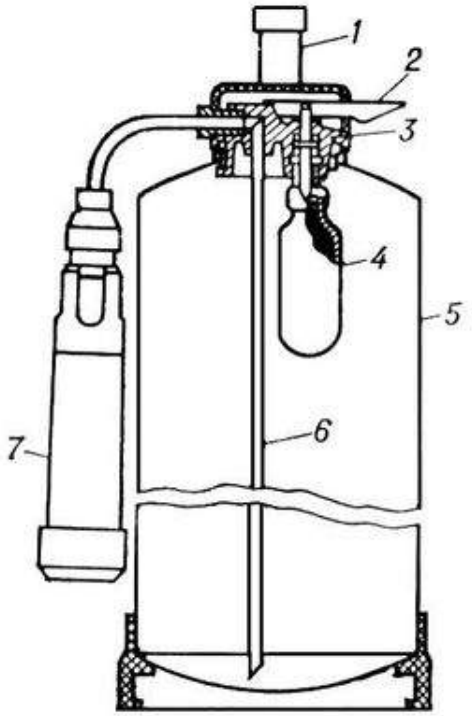


Рис. 3.3. Воздушно-пенный огнетушитель ОВП-8

Воздушно-пенные огнетушители не должны применяться для тушения пожаров оборудования, находящегося под электрическим напряжением, для тушения сильно нагретых или расплавленных веществ, а также веществ, вступающих с водой в химическую реакцию, которая сопровождается интенсивным выделением тепла и разбрызгиванием горючего.

Водные огнетушители следует применять для тушения пожаров класса А. Запрещается применять водные огнетушители для ликвидации пожаров оборудования, находящегося под электрическим напряжением, для тушения сильно нагретых или расплавленных веществ, а также веществ, вступающих с водой в химическую реакцию, которая сопровождается интенсивным выделением тепла и разбрызгиванием горючего.

Рекомендации по выбору огнетушителей для тушения пожаров различных классов приведены в табл. 3.3 и 3.4.

Определение необходимого минимального количества огнетушителей для защиты конкретного объекта производят в соответствии с НПБ 166-97 (табл. 3.5).

Таблица 3.3

Классификация пожаров и рекомендуемые средства пожаротушения

Класс пожара	Характеристика горючей среды или горящего объекта	Рекомендуемые огнетушащие составы и средства
A	Обычные твердые горючие материалы (дерево, уголь, бумага, резина, текстильные материалы и др.)	Все виды огнетушащих средств (прежде всего, вода)
B	Сгораемые жидкости: мазут, бензин и плавящиеся при нагревании материалы (ксилол, масла, спирт, стеарин, каучук, некоторые синтетические материалы и др.)	Распыленная вода, все виды пен, составы на основе галогеноалкилов, порошки
C	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы: инертные разбавители (N_2, CO_2), галогеноуглеводороды, порошки, вода для охлаждения
D	Металлы и их сплавы (калий, натрий, алюминий, магний)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
E	Оборудование под напряжением	Порошки, CO_2, хладоны
F	Радиоактивные материалы	Порошки, CO_2, хладоны

Таблица 3.4

Эффективность применения огнетушителей
в зависимости от класса пожара и заряженного ОТВ

Класс пожара	Огнетушители						
	водные		воздушно-пенные		порошковые	углекислотные	хладоновые
	Р	М	Н	С			
A	++ +	++	++	+	++[2)]	+	–
B	– –	+	+	+ +[1)]	+++	+	+ +
C	–	–	–	–	+++	–	+
D	–	–	–	–	+++[3)]	–	–
E	–	–	–	–	++	+++[4)]	+ +

Примечания. 1. Использование растворов фторированных пленкообразующих пенообразователей повышает эффективность пенных огнетушителей (при тушении пожаров класса В) на одну–две ступени.

2. Для огнетушителей, заряженных порошком типа АВСЕ.

3. Для огнетушителей, заряженных специальным порошком и оснащенных успокоителем порошковой струи.

4. Кроме огнетушителей, оснащенных металлическим диффузором для подачи углекислоты на очаг пожара.

Знаком «+++» отмечены огнетушители, наиболее эффективные при тушении пожара данного класса; «++» – огнетушители, пригодные для тушения пожара данного класса; «+» – огнетушители, недостаточно эффективные при тушении пожара данного класса; «–» – огнетушители, непригодные для тушения пожара данного класса.

Таблица 3.5

Нормы оснащения помещений переносными огнетушителями

Категория помещения (по НПБ 105-95)	Предельная защищаемая площадь, м^2	Класс пожара	Пенные и водные огнетушители вместимостью 10 л	Порошковые огнетушители вместимостью, л			Хладоновые огнетушители вместимостью, л	Углекислотные огнетушители вместимостью, л	
				2	5	10	2 (3)	2	5(8)
А, Б, В (горючие газы и жидкости)	200	A	2++	–	2+	1++	–	–	–
		B	4+	–	2+	1++	4+	–	–
		C	–	–	2+	1++	4+	–	–
		D	–	–	2+	1++	–	–	–
		E	–	–	2+	1++	–	–	2++
В	400	A	2++	4+	2++	1+	–	–	2+
		D	–	–	2+	1++	–	–	–
		E	–	–	2++	1+	2+	4+	2++
Г	800	B	2+	–	2++	1+	–	–	–
		C	–	4+	2++	1+	–	–	–
Г, Д	1800	A	2++	4+	2++	1+	–	–	–
		D	–	–	2+	1++	–	–	–
		E	–	2+	2++	1+	2+	4+	2++
Общественные здания	800	A	4++	8++	4++	2+	–	–	4+
		E	–	–	4++	2+	4+	4+	2++

Примечания. 1. Для тушения очагов пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А – порошок типа АВСЕ; для классов В, С и Е – типа ВСЕ или АВСЕ и класса V – типа Д.

2. Знаком «++» отмечены рекомендуемые к оснащению объектов огнетушители; знаком «+» – огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых или при соответствующем обосновании; знаком «–» – огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.

При возможности возникновения на защищаемом объекте значительного очага пожара (предполагаемый пролив горючей жидкости может произойти на площади более 1 м^2) необходимо использовать передвижные огнетушители.

Допускается помещения, оборудованные автоматическими установками пожаротушения, обеспечивать огнетушителями на 50 %, исходя из их расчетного количества.

Не допускается на объектах безыскровой и слабой электризации применять порошковые и углекислотные огнетушители с раструбами из диэлектрических материалов (ГОСТ 12.2.037).

Если на объекте возможны комбинированные очаги пожара, то предпочтение при выборе огнетушителя должно отдаваться более универсальному по области применения огнетушителю (из рекомендованных для защиты данного объекта), имеющему более высокий ранг.

Общественные и промышленные здания и сооружения должны иметь на каждом этаже не менее двух переносных огнетушителей.

На объекте должно быть определено лицо, ответственное за приобретение, сохранность и контроль состояния огнетушителей. На каждый огнетушитель, установленный на объекте, заводят паспорт. Огнетушителю присваивают порядковый номер, который наносят краской на огнетушитель, записывают в паспорт огнетушителя и в журнал учета проверки наличия и состояния огнетушителей.

На огнетушители, заряженные одним видом ОТВ, организация (предприятие) оформляет инструкцию по применению и техническому обслуживанию, которую согласовывает с местным органом Государственной противопожарной службы.

Инструкция должна содержать следующие сведения:

- марки огнетушителей;
- основные параметры огнетушителей;
- ограничения по температуре эксплуатации огнетушителей;
- действия персонала в случае пожара;
- порядок приведения огнетушителей в действие;
- основные тактические приемы работы с огнетушителями при тушении возможного пожара на защищаемом объекте;
- действия персонала после тушения пожара;
- объем и периодичность проведения технического обслуживания огнетушителей;
- правила техники безопасности при использовании и техническом обслуживании огнетушителей.

Размещение и техническое обслуживание огнетушителей

Огнетушители следует располагать на защищаемом объекте в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.009 таким образом, чтобы они были защищены от воздействия прямых солнечных лучей, тепловых потоков, механических воздействий и других неблагоприятных факторов (вибрация, агрессивная среда, повышенная влажность и т. д.). Они должны быть хорошо видны и легкодоступны в случае пожара. Предпочтительно размещать огнетушители вблизи мест наиболее вероятного возникновения пожара, вдоль путей прохода, а также около выхода из помещения. Огнетушители не должны препятствовать эвакуации людей во время пожара.

Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных и складских помещениях, а также на территории защищаемых объектов должны оборудоваться пожарные щиты (пункты).

В помещениях, насыщенных производственным или другим оборудованием, заслоняющим огнетушители, должны быть установлены указатели их местоположения. Указатели должны быть выполнены по ГОСТ 12.4.026 и располагаться на видных местах на высоте 2,0–2,5 м от уровня пола с учетом условий их видимости.

Расстояние от возможного очага пожара до ближайшего огнетушителя не должно превышать 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 помещений категории Д.

Использование первичных средств пожаротушения для хозяйственных и прочих нужд, не связанных с тушением пожара, не допускается.

Техническое обслуживание включает в себя периодические проверки, осмотры, ремонт, испытания и перезарядку огнетушителей.

Техническое обслуживание огнетушителей должно проводиться лицом, назначенным приказом по предприятию или организации, прошедшим в установленном порядке проверку знаний нормативно-технических документов по устройству и эксплуатации огнетушителей и параметрам ОТВ, способным самостоятельно проводить необходимый объем работ по обслуживанию огнетушителей.

Огнетушители, выведенные на время ремонта, испытания или перезарядки из эксплуатации, должны быть заменены резервными огнетушителями с аналогичными параметрами.

Перед введением огнетушителя в эксплуатацию он должен быть подвергнут первоначальной проверке, в процессе которой производят внешний осмотр, проверяют комплектацию огнетушителя и состояние места его установки, а также читаемость и доходчивость инструкции по работе с огнетушителем.

В ходе проведения внешнего осмотра необходимо обращать внимание на:

- наличие вмятин, сколов, глубоких царапин на корпусе, узлах управления, гайках и головке огнетушителя;
- состояние защитных и лакокрасочных покрытий;
- наличие четкой и понятной инструкции;
- наличие опломбированного предохранительного устройства;
- исправность манометра или индикатора давления (если он предусмотрен конструкцией огнетушителя),
- наличие необходимого клейма и величину давления в огнетушителе закачного типа или в газовом баллоне;
- массу огнетушителя, а также массу ОТВ в огнетушителе (последнюю определяют расчетным путем);
- состояние гибкого шланга (при его наличии) и распылителя ОТВ.

Периодические проверки необходимы для контроля состояния огнетушителя, контроля места установки огнетушителя и надежности его крепления, возможности свободного подхода к нему, наличия, расположения и читаемости инструкции по работе с огнетушителем.

Ежеквартальная проверка включает в себя осмотр места установки огнетушителя и подходов к нему, а также проведение внешнего осмотра огнетушителя.

Ежегодная проверка огнетушителя включает в себя внешний осмотр огнетушителя осмотр места его установки и подходов к нему, величину утечки вытесняющего газа из газового баллона или ОТВ из газового огнетушителя. Про-

изводят вскрытие огнетушителей (полное или выборочное), оценку состояния фильтров, проверку параметров ОТВ и, если они не соответствуют требованиям соответствующих нормативных документов, перезарядку огнетушителей.

Если в ходе проверки обнаружено несоответствие какого-либо параметра огнетушителя требованиям действующих нормативных документов, необходимо устранить причины выявленных отклонений параметров и перезарядить огнетушители.

Если величина утечки за год вытесняющего газа или ОТВ из газового огнетушителя превышает предельные значения, такие огнетушители должны быть выведены из эксплуатации и отправлены в ремонт и на перезарядку.

Не реже одного раза в 5 лет каждый огнетушитель и баллон с вытесняющим газом должны быть разряжены, корпус огнетушителя полностью очищен от остатков ОТВ, произведены внешний и внутренний осмотр, а также гидравлическое испытание на прочность и пневматические испытания на герметичность корпуса огнетушителя, пусковой головки, шланга и запорного устройства.

Все огнетушители должны **перезаряжаться** сразу после применения или если величина утечки газового ОТВ или вытесняющего газа за год превышает допустимое значение, но не реже сроков, указанных в табл. 3.6. Сроки перезарядки огнетушителей зависят от условий их эксплуатации и от вида используемого ОТВ.

Таблица 3.6

Сроки проверки параметров ОТВ и перезарядки огнетушителей

Вид используемого ОТВ	Срок (не реже)	
	проверки параметров ОТВ	перезарядки огнетушителя
Вода (вода с добавками)	Раз в год	Раз в год
Пена*	Раз в год	Раз в год
Порошок	Раз в год (выборочно)	Раз в 5 лет
Углекислота (диоксид углерода)	Взвешиванием раз в год	Раз в 5 лет
Хладон	Взвешиванием раз в год	Раз в 5 лет

* Огнетушители с многокомпонентным стабилизированным зарядом на основе углеводородного пенообразователя должны перезаряжаться не реже одного раза в 2 года.

Неиспользованный заряд хладонового огнетушителя не допускается выпускать в атмосферу. Он должен быть собран в герметичную емкость и подвергнут регенерации или утилизации. Заряд водного или пенного огнетушителя должен быть собран в специальную емкость, проверен по основным параметрам и, в зависимости от полученных результатов, должен быть подвергнут процессу регенерации или утилизации.

Контрольные вопросы к пункту 3.3.1

1. В зависимости от назначения и области применения на какие типы подразделяется пожарная техника?
2. Что понимается под первичными средствами пожаротушения?
3. Основные требования к огнетушащим веществам и составам.
4. Классификация пожаров.
5. Разновидности пен, их характеристики.
6. Какие из огнетушителей по виду заряженного ОТВ пригодны для тушения пожаров всех классов?
7. Преимущества и недостатки галогенуглеводородов (хладонов).
8. Порошковые и комбинированные составы, области применения.
9. Какие требования предъявляются к размещению огнетушителей?
10. Назовите сроки перезарядки порошковых огнетушителей.

Библиографический список к пункту 3.3.1

1. ГОСТ 12.2.037-78 (2001) ССБТ. Техника пожарная. Требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
2. ГОСТ 12.2.047-86 ССБТ. Пожарная техника. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1986.
3. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в РФ.
4. Обеспечение пожарной безопасности предприятия / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А.Н. Проценко. – М.: Институт риска и безопасности, 2003. – 376 с.
5. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочное издание в 2-х книгах. Кн. 2 / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М.: Химия, 1990. – 384 с.
6. НПБ 166-97. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к эксплуатации.
7. Зеленкин В.Г. Пожаровзрывобезопасность: конспект лекций. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 115 с.

3.3.2. Установки автоматического пожаротушения

Согласно ГОСТ 12.2.047-86, установка пожаротушения представляет собой совокупность стационарных технических средств для тушения пожара за счет выпуска огнетушащих веществ.

Установки пожаротушения как одно из технических средств системы противопожарной защиты применяются в тех случаях, когда пожары в начальной стадии могут получить интенсивное развитие и привести к взрывам, обрушению строительных конструкций, выходу из строя технического оборудования и вызвать нарушение нормального режима работы ответственных систем защищаемого объекта, причинить большой материальный ущерб, а также когда из-за выделения токсичных веществ ликвидация пожаров передвижными силами и средствами затруднена.

К системам автоматического пожаротушения предъявляются следующие требования:

1. Автоматические установки пожаротушения должны монтироваться в зданиях, сооружениях и строениях в соответствии с проектной документацией, разработанной и утвержденной в установленном порядке. Автоматические установки пожаротушения должны быть обеспечены:

- расчетным количеством огнетушащего вещества, достаточным для ликвидации пожара в защищаемом помещении, здании, сооружении или строении;
- устройством для контроля работоспособности установки;
- устройством для оповещения людей о пожаре, а также дежурного персонала и (или) подразделения пожарной охраны о месте его возникновения;
- устройством для задержки подачи газовых и порошковых огнетушащих веществ на время, необходимое для эвакуации людей из помещения пожара;
- устройством для ручного пуска установки пожаротушения.

2. Способ подачи огнетушащего вещества в очаг пожара не должен приводить к увеличению площади пожара вследствие разлива, разбрызгивания или распыления горючих материалов и к выделению горючих и токсичных газов.

3. В проектной документации на монтаж автоматических установок пожаротушения должны быть предусмотрены меры по удалению огнетушащего вещества из помещения, здания, сооружения или строения после его подачи.

4. Автоматические установки пожаротушения должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара, подачу управляющих сигналов на технические средства оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, приборы управления установками пожаротушения, технические средства управления системой противодымной защиты, инженерным и технологическим оборудованием.

По способу приведения в действие установки пожаротушения делятся на ручные (с ручным способом приведения в действие) и автоматические.

Автоматические установки пожаротушения (АУП) подразделяют:

- по конструктивному исполнению – на спринклерные, дренчерные, агрегатные, модульные;
- по виду огнетушащего вещества – на водяные, пенные, газовые, аэрозольные, порошковые, комбинированные.

Общие технические требования к АУП установлены ГОСТ 12.3.046-91, который распространяется на вновь разрабатываемые и модернизируемые автоматические установки (системы) пожаротушения, предназначенные для локализации или тушения ликвидации пожара и одновременно выполняющие функции автоматической пожарной сигнализации.

АУП должны обеспечивать:

- срабатывание в течение времени менее начальной стадий развития пожара (критического времени свободного развития пожара);
- локализацию пожара в течение времени, необходимого для введения в действие оперативных сил и средств;
- тушение пожара с целью его ликвидации;

• интенсивность подачи и (или) концентрацию огнетушащего вещества;

• требуемую надежность функционирования (локализацию или тушение).

АУП должны быть оснащены устройствами:

• выдачи звукового и светового сигналов оповещения о пожаре;

• контроля давления (уровня) в заполненных трубопроводах и емкостях, содержащих огнетушащее вещество, и (или) контроля массы огнетушащего вещества;

• для ремонта и контроля работоспособности контрольно-пусковых узлов, распределительных устройств и насосов без выпуска огнетушащего вещества из распределительной сети и (или) емкостей, содержащих огнетушащее вещество (кроме модульных АУП);

• подачи огнетушащего вещества от передвижной пожарной техники (для водяных и пенных АУП);

• подвода газа и (или) жидкости для промывки (продувки) трубопроводов и при проведении испытаний;

• для монтажа и обслуживания оросителей и трубопроводов при заданной высоте их размещения.

АУП должны обеспечивать при объемном пожаротушении формирование командного импульса:

• на автоматическое отключение вентиляции и перекрытие при необходимости проемов в смежные помещения до начала выпуска огнетушащего вещества в защищаемое помещение;

• на самозакрывание дверей;

• на задержку подачи огнетушащего вещества в защищаемый объем на время, необходимое для эвакуации людей, но не менее чем на 30 с

При срабатывании автоматических установок объемного пожаротушения внутри защищаемого помещения должен выдаваться сигнал в виде надписи на световых табло «Газ (пена, порошок) – уходи!» и звуковой сигнал оповещения. У входа в защищаемое помещение должен включиться световой сигнал «Газ (пена, порошок) – не входить!», а в помещении дежурного персонала – соответствующий сигнал с информацией о подаче огнетушащего вещества.

АУП, кроме спринклерных, должны быть оснащены ручным пуском:

• дистанционным – от устройств, расположенных у входа в защищаемое помещение, и при необходимости – с пожарного поста;

• местным – от устройств, установленных на запорно-пусковом узле и (или) на станции пожаротушения, расположенной внутри защищаемого помещения.

Устройства ручного пуска должны быть защищены от случайного приведения их в действие и механического повреждения и должны находиться вне возможной зоны горения.

Пенные АУП должны быть обеспечены устройствами для приготовления раствора или автоматического дозирования пенообразователя, предотвращения попадания пенообразователя (раствора пенообразователя) в сети водопроводов питьевого и производственного назначения, а также емкостями для слива пенообразователя из трубопроводов и распределительной сети.

АУП, кроме водяных, должны быть обеспечены 100 %, по отношению к расчетному, запасом огнетушащего вещества.

Пенные и газовые АУП должны иметь 100 % резерв огнетушащего вещества.

При использовании в газовых АУП в качестве огнетушащего вещества двуокиси углерода и составов, аналогичных по увеличению объема при фазовом переходе, в защищаемых помещениях должны быть предусмотрены устройства для сброса давления.

Водяные автоматические установки пожаротушения

Установки водяного пожаротушения находят применение в различных отраслях народного хозяйства и используются для защиты объектов, где перерабатываются и хранятся такие вещества и материалы, как хлопок, древесина, ткани, пластмассы, лен, резина, горючие и сыпучие вещества, огнеопасные жидкости. Эти установки применяют также для защиты технологического оборудования, кабельных сооружений, объектов культуры.

Автоматические установки водяного пожаротушения должны обеспечивать:

- своевременное обнаружение пожара и запуск автоматической установки пожаротушения;
- подачу воды из оросителей (спринклерных, дренчерных) автоматических установок водяного пожаротушения с требуемой интенсивностью подачи воды.

По конструктивному исполнению водяные АУП подразделяются на спринклерные и дренчерные.

Спринклерная установка пожаротушения представляет собой АУП, оборудованную спринклерными оросителями. Спринклерный ороситель – устройство для разбрызгивания или распыливания воды и/или водных растворов, снабженное запорным устройством выходного отверстия, вскрывающимся при срабатывании теплового замка. Под тепловым замком понимается запорный термочувствительный элемент, открывающийся при определенном значении температуры.

Различают водозаполненные и воздушные установки. Для помещений с минимальной температурой воздуха 5 °С и выше рекомендуется применять спринклерные водозаполненные установки пожаротушения, у которых все трубопроводы заполнены водой (водным раствором). Для неотапливаемых помещений зданий с минимальной температурой ниже 5 °С должны быть использованы спринклерные воздушные установки пожаротушения, у которых только подводящий трубопровод заполнен водой (водным раствором), а остальные – воздухом под давлением.

В НПБ 88-2001 установлены максимальные площади, контролируемые одним спринклерным оросителем с учетом характера помещений, интенсивности орошения, расхода воды, продолжительности работы водяной АУП и максимального расстояния между спринклерными оросителями.

Как правило, спринклерные установки водяного пожаротушения применяются в помещениях с обычной пожарной опасностью для локального тушения.

Принципиальная схема спринклерной установки пожаротушения показана на рис. 3.4.

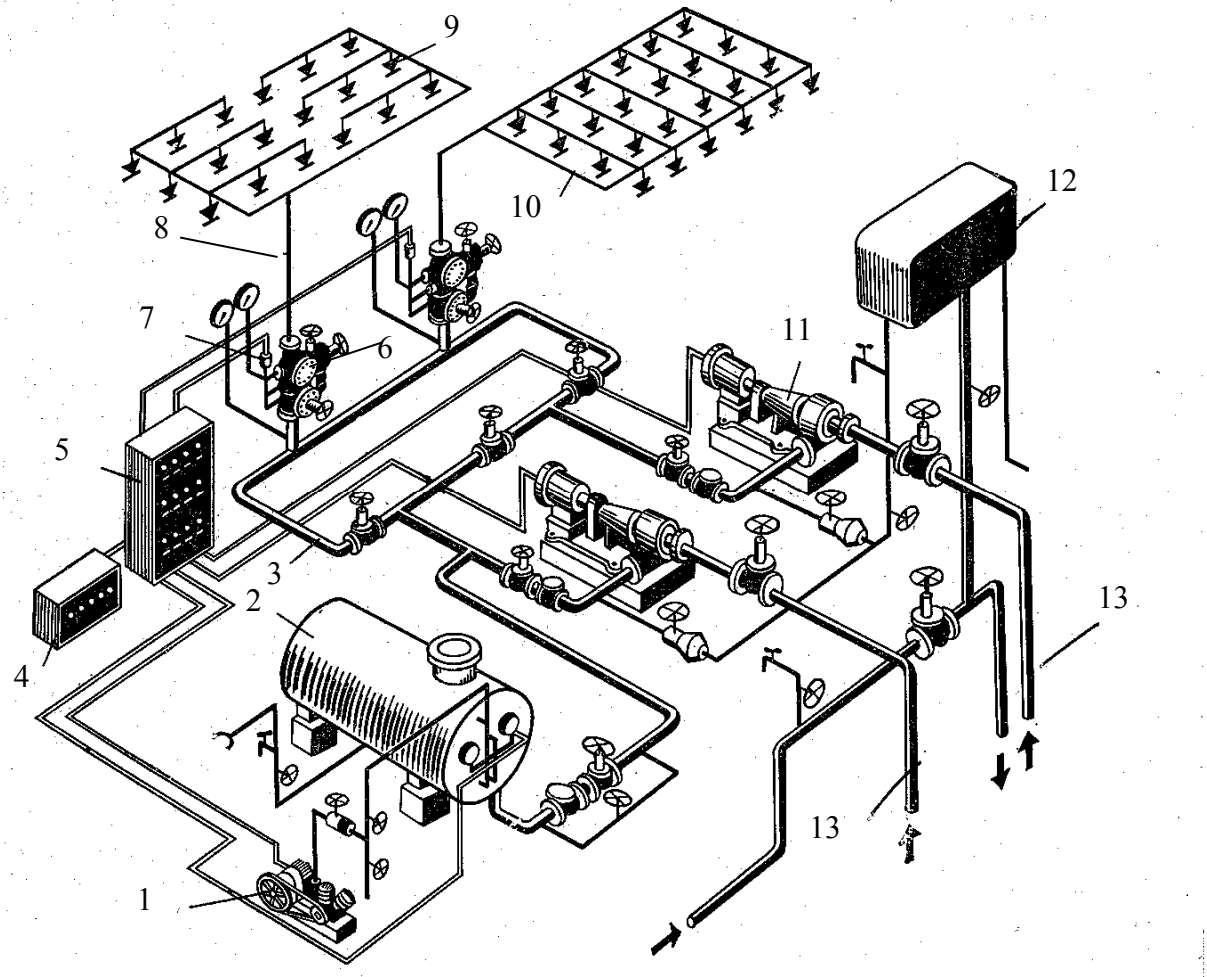
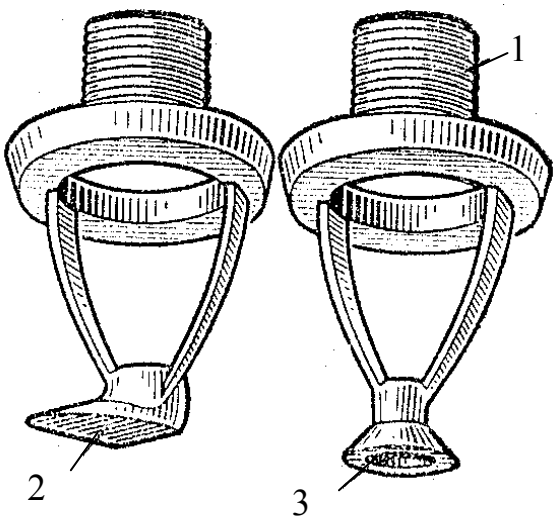


Рис. 3.4. Схема спринклерной установки пожаротушения: 1 – компрессор; 2 – пневмобак; 3 – магистральный трубопровод; 4 – приемная станция пожарной сигнализации; 5 – щит управления и контроля; 6 – контрольно-сигнальный клапан; 7 – сигнализатор давления; 8 – питательный трубопровод; 9 – оросители (спринклеры); 10 – распределительный трубопровод; 11 – центробежный насос; 12 – водонапорный бак; 13 – основной водопитатель

Дренчерные установки предназначены для одновременного орошения защищаемой площади отдельных частей строения, водяных завес в проеме дверей, окон, орошения элементов технологического оборудования и др.

Устройство дренчеров для воды и их присоединение к водопитающим установкам и сетям мало отличается от спринклерных установок. Пуск воды в дренчерную сеть осуществляется открытием кранов водопроводной сети вручную или автоматически от сигнала пожарного извещателя, при этом вода начинает поступать в помещение сразу из всех дренчеров. Дренчерная головка подобна спринклерной, только не имеет легкоплавкого замка и является постоянно открытой (рис. 3.5).



а) б)

Рис. 3.5. Устройство лопаточного (а) и розеточного (б) дренчера: 1 – штуцер; 2 – боковая направляющая; 3 – кольцевая направляющая

Расходы воды и напоры, потребные для работы дренчерных установок, определяют гидравлическим расчетом в зависимости от количества установленных дренчеров. Дренчерные системы должны подвергаться гидравлическим испытаниям не менее одного раза в год.

Согласно НПБ 88-2001, автоматическое включение дренчерных установок следует осуществлять по сигналам от одного из видов технических средств: побудительных систем; установок пожарной сигнализации; датчиков технологического оборудования. Для нескольких функционально связанных дренчерных завес допускается предусматривать один узел управления. Включение дренчерных завес допускается осуществлять автоматически при срабатывании установки пожаротушения дистанционно или вручную.

Расстояние между оросителями дренчерных завес следует определять из расчета расхода воды 1,0 л/с на 1 м ширины проема. Расстояние от теплового замка побудительной системы до плоскости перекрытия (покрытия) должно быть от 0,08 до 0,4 м.

Дренчерные установки водяного пожаротушения применяют, как правило, для защиты помещений с повышенной пожарной опасностью, когда эффективность пожаротушения может быть достигнута лишь при одновременном орошении всей защищаемой площади.

Контрольные вопросы к пункту 3.3.2

1. Требования к системам автоматического пожаротушения.
2. В каких случаях применяются установки автоматического пожаротушения?
3. Что должны обеспечивать автоматические установки пожаротушения (АУП)?
4. Каков резерв огнетушащего вещества должны иметь АУП?
5. Дать характеристику спринклерной и дренчерной установок пожаротушения.

Библиографический список к пункту 3.3.2

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». – Российская газета от 01.08.2008 № 163.
2. ГОСТ 12.2.047-86. ССБТ. Пожарная техника. Термины и определения.
3. ГОСТ 12.3.046-91 (2001) ССБТ. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования.
4. НПБ 88-2001. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования.
5. ГОСТ Р50588-93. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний.
6. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
7. Обеспечение пожарной безопасности предприятия / под общ. ред. д-ра техн наук, проф. А.Н. Проценко – М.: Институт риска и безопасности, 2003. – 376 с.

3.4. Системы обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

Системы обнаружения пожара (установки и системы пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны обеспечивать:

– автоматическое обнаружение пожара;
– включение систем оповещения о пожаре;
– организацию безопасной эвакуации людей.

3.4.1. Системы и устройства пожарной сигнализации

Системы пожарной сигнализации предназначены для обнаружения начальной стадии пожара, передачи тревожных извещений о месте и времени его возникновения и при необходимости введения в действие автоматических систем пожаротушения и дымоудаления.

Система пожарной сигнализации состоит из следующих элементов:

1) пожарных извещателей, включенных в сигнальную линию (шлейф), преобразующих проявления пожара (тепло, свет, дым) в электрический сигнал;
2) приемо-контрольной пожарной станции, передающей сигнал и включающей световую и звуковую сигнализацию, а также автоматические установки пожаротушения и дымоудаления;
3) источников питания постоянного тока.

Электрическая пожарная сигнализация в зависимости от схемы подключения извещателей с приемной станцией может быть лучевой и шлейфной (рис. 3.6).

При устройстве лучевой системы каждый извещатель соединен с приемной станцией двумя проводами, образующими как бы отдельный луч. При этом на каждом луче параллельно устанавливается 3–4 извещателя. При срабатывании

любого из них на приемной станции будет известен номер луча, но не место установки извещателя. Недостатком данной системы является также потребность в большом количестве проводов.

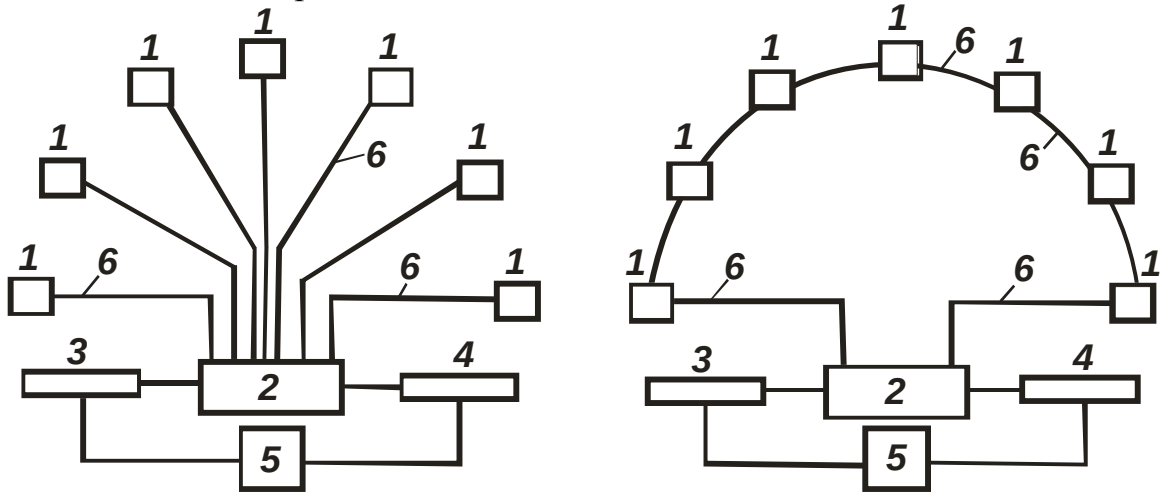


Рис. 3.6. Схемы устройства систем электрической пожарной сигнализации: а – лучевая; б – шлейфная; 1 – пожарные извещатели; 2 – приемная станция; 3 – блок резервного питания (от аккумуляторов); 4 – блок питания от сети (с преобразователем тока); 5 – система переключения; 6 – соединительные линии

Шлейфная (кольцевая) система используется обычно при установке ручных извещателей; она предусматривает включение примерно 50 извещателей последовательно на одну линию (шлейф). Каждый извещатель, имея определенный код, подавая сигнал на станцию, одновременно дает информацию о месте своего нахождения (пожара).

Системы пожарной сигнализации по способу включения делятся на ручные и автоматические.

Ручные пожарные извещатели должны устанавливаться на путях эвакуации в местах, доступных для их включения при возникновении пожара.

Автоматические системы пожарной сигнализации должны обеспечивать подачу светового и звукового сигналов о возникновении пожара на приемно-контрольное устройство в помещении дежурного персонала или на специальные выносные устройства оповещения. Пожарные извещатели должны располагаться в защищаемом помещении таким образом, чтобы обеспечить своевременное обнаружение пожара в любой точке этого помещения.

Извещатели пожарные

Пожарные извещатели являются ключевым компонентом систем пожарной сигнализации, так как именно они выполняют функцию обнаружения возгорания.

Под ***пожарным извещателем (ПИ)*** понимается устройство для формирования сигнала о пожаре. ПИ используются в системах пожарной сигнализации и пожаротушения, устанавливаются непосредственно на защищаемом объекте и

служат для передачи тревожного извещения (или отображения информации об обнаружении загораний) на приемно-контрольный пожарный прибор.

На ПИ, предназначенные для обнаружения пожара в помещениях зданий и сооружений и выдачи извещения о пожаре, распространяются нормы пожарной безопасности НПБ 76-98.

ПИ классифицируются по следующим признакам:

- по способу приведения в действие ПИ подразделяют на автоматические и ручные.
- по виду контролируемого признака пожара автоматические ПИ подразделяют на следующие типы: тепловые; дымовые; пламени; газовые; комбинированные.
- по характеру реакции на контролируемый признак пожара автоматические ПИ подразделяют на максимальные; дифференциальные; максимально-дифференциальные.
- по принципу действия дымовые ПИ подразделяют на ионизационные; оптические.
- по принципу действия дымовые ионизационные ПИ подразделяют на радиоизотопные; электроиндукционные.
- по конфигурации измерительной зоны дымовые оптические ПИ подразделяют на точечные; линейные.
- по конфигурации измерительной зоны тепловые ПИ подразделяют на точечные; многоточечные; линейные.
- по области спектра электромагнитного излучения, воспринимаемого чувствительным элементом, ПИ пламени подразделяют на следующие: ультрафиолетового спектра излучения; инфракрасного спектра излучения; видимого спектра излучения; многодиапазонные.
- по способу электропитания ПИ подразделяют на питаемые по шлейфу; питаемые по отдельному проводу; автономные.
- по возможности установки адреса в ПИ их подразделяют на адресные; неадресные.

Извещатели пожарные тепловые используются для защиты помещений, горючая нагрузка которых обеспечивает большое тепловыделение при пожаре, а также там, где применение других типов извещателей будет неэффективно (малое дымообразование горючей нагрузки, высокий уровень запыленности, наличие оптических помех и пр.). Тепловой ИП реагирует на определенное значение температуры и (или) скорости ее нарастания. Это наиболее распространенный в России тип. Их годовое производство превышает 10 миллионов штук.

В число тепловых ИП входят максимальные, дифференциальные, максимально-дифференциальные и извещатели с дифференциальной характеристикой.

На тепловые ИП распространяются нормы пожарной безопасности НПБ 85-2000.

Максимальный тепловой пожарный извещатель формирует извещение о пожаре при превышении температуры окружающей среды установленного порого-

вого значения – температуры срабатывания извещателя. Температура срабатывания этих извещателей устанавливается от 54 °С и выше, что ограничивает их возможности обнаружения загорания на ранней стадии развития пожара. В зависимости от значения температуры срабатывания извещатели подразделяются на классы.

Дифференциальный тепловой пожарный извещатель – пожарный извещатель, формирующий извещение о пожаре при превышении скорости нарастания температуры окружающей среды выше установленного порогового значения. То есть, в отличие от максимального теплового извещателя этот прибор срабатывает не при превышении пороговой температуры, а при превышении заданной пороговой скорости нарастания температуры. Дифференциальные извещатели позволяют обнаружить пожар на более ранней стадии, чем максимальные. Кроме этого, их можно эффективно применять для защиты объектов, в которых нормальная температура окружающей среды пониженная. В то же время дифференциальные извещатели непригодны для обнаружения загораний с медленно развивающимся очагом горения, то есть при низкой скорости повышения температуры окружающей среды. Не следует также применять их для защиты объектов, в которых возможны значительные перепады температуры, вызванные не возникновением пожара, а, например, сквозняками.

Максимально-дифференциальный тепловой пожарный извещатель совмещает в себе функции максимального и дифференциального тепловых пожарных извещателей.

Максимально-дифференциальные извещатели требуют аккуратного применения: их не следует устанавливать в помещениях, где возможны резкие перепады температуры, например, над кухонными плитами в столовых.

Тепловые пожарные извещатели с дифференциальной характеристикой – это максимальные извещатели, температура срабатывания которых зависит от скорости повышения температуры окружающей среды. При медленном росте температуры окружающей среды они выдают тревожное извещение при достижении температурой порогового значения. Чем выше скорость роста температуры, тем ниже температура срабатывания извещателя. В отличие от максимальных, такие извещатели позволяют обнаружить загорания на более ранней стадии, то есть их применение более эффективно, в особенности при быстром развитии пожара.

Следует отметить, что в обычных помещениях применяют, в основном, точечные извещатели. Для защиты протяженных объектов (кабельных тоннелей, складов и др.) более эффективно применение многоточечных и линейных тепловых извещателей.

Извещатели пожарные дымовые. Этот тип автоматических извещателей широко используется в установках пожарной сигнализации как в России, так и за рубежом. Как уже ранее отмечалось, к дымовым ПИ относятся оптико-электронные и радиоизотопные (ионизационные) извещатели.

Дымовой оптико-электронный ПИ реагирует на продукты горения, способные воздействовать на поглощающую или рассеивающую способность излуче-

ния в инфракрасном, ультрафиолетовом или видимом диапазоне электромагнитного спектра. Он состоит из источника и приемника электромагнитного излучения. Наличие дыма определяется посредством контроля за изменением оптической плотности среды, что может осуществляться двумя способами: по поглощению средой мощности излучения источника и по отражению или рассеянию излучения.

Извещатели пожарные пламени. Этот тип автоматических извещателей широко применяется в тех отраслях промышленности, где используются взрывчатые материалы, легковоспламеняющиеся жидкости, горючие газы.

Извещатель пламени пожарный – прибор, реагирующий на электромагнитное излучение пламени или тлеющего очага. Любое нагретое тело является источником электромагнитного излучения в широком диапазоне длин волн, причем, чем выше температура нагретого тела, тем шире спектр излучения и тем больше он смещается в коротковолновую область. В излучении пламени присутствуют электромагнитные колебания как в инфракрасном (ИК), так и в ультрафиолетовом (УФ) диапазонах длин волн. Вещества, пламя которых имеет относительно низкую температуру и, как правило, окрашено в красный цвет, производят излучения в ИК-диапазоне. Высокотемпературное пламя имеет большую интенсивность в УФ-диапазоне.

На извещатели пожарные пламени распространяются нормы пожарной безопасности НПБ 72-98.

Извещатель пожарный газовый представляет собой прибор, реагирующий на газы, выделяющиеся при тлении или горении материалов. Под чувствительностью извещателя понимается минимальное значение концентрации газа, при которой происходит срабатывание извещателя.

В настоящее время среди горючих материалов широко представлены органические соединения, при сгорании которых образуются углекислый газ (CO_2) и угарный газ (CO).

Одним из чувствительных элементов, регистрирующим наличие в атмосфере повышенного содержания угарного газа, является нагретый полупроводник, обладающий высокой адсорбционной способностью. При попадании угарного газа на поверхность полупроводника происходит его доокисление, полупроводник меняет свою электрическую характеристику, что является сигналом к срабатыванию извещателя. В то же время этот чувствительный элемент регистрирует не только угарный газ, но и многие другие газы, особенно углеводороды, т.е. обладает низкой селективностью. Данное обстоятельство приводит к ложным срабатываниям газовых пожарных извещателей, реагирующих на распространяющиеся в окружающей среде газы, не связанных с возгоранием, и препятствует их эффективному использованию.

Выбор и размещение пожарных извещателей

Устройствами и системами пожарной сигнализации оборудуют жилые, общественные, промышленные здания и сооружения. Эффективность применения та-

ких устройств и систем зависит от их правильного выбора. При выборе извещателей и устройств обнаружения пожаров необходимо учитывать степень пожарной опасности объектов, категорию производства, особенности технологических процессов, вероятность возникновения загорания и динамику его развития.

Согласно НПБ 88-2001, при выборе типов пожарных извещателей для системы пожарной сигнализации применительно к защищаемому объекту необходимо руководствоваться следующим.

Выбор типа точечного дымового пожарного извещателя рекомендуется производить в соответствии с его способностью обнаруживать различные типы дымов.

Дымовые пожарные извещатели, питаемые по шлейфу пожарной сигнализации и имеющие встроенный звуковой оповещатель, рекомендуется применять для оперативного, локального оповещения и определения места пожара в помещениях, в которых одновременно выполняются следующие условия:

- основным фактором возникновения очага загорания в начальной стадии является появление дыма;
- в защищаемых помещениях возможно присутствие людей (гостиницы, лечебные учреждения, экспозиционные залы музеев, картинные галереи, читальные залы библиотек, помещения торговли, вычислительные центры).

Такие извещатели должны включаться в единую систему пожарной сигнализации с выводом тревожных извещений на приемно-контрольный пожарный прибор, расположенный в помещении дежурного персонала.

Пожарные извещатели пламени следует применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается появление открытого пламени. Спектральная чувствительность извещателя пламени должна соответствовать спектру излучения пламени горючих материалов, находящихся вне контроля извещателя.

Тепловые пожарные извещатели следует применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается значительное тепловыделение.

Дифференциальные и максимально-дифференциальные тепловые пожарные извещатели следует применять для обнаружения очага пожара, если в зоне контроля не предполагается перепадов температуры, не связанных с возникновением пожара, способных вызвать срабатывание пожарных извещателей этих типов.

Максимальные тепловые пожарные извещатели не рекомендуется применять в помещениях: с низкими температурами (ниже 0 °С); с хранением материальных и культурных ценностей (за исключением случаев, когда применение других извещателей невозможно или нецелесообразно.

При выборе тепловых пожарных извещателей следует учитывать, что температура срабатывания максимальных и максимально-дифференциальных извещателей должна быть не менее чем на 20 °С выше максимально допустимой температуры воздуха в помещении.

Газовые пожарные извещатели рекомендуется применять, если в зоне контроля в случае возникновения пожара на его начальной стадии предполагается выде-

ление определенного вида газов в концентрациях, которые могут вызвать срабатывание извещателей.

Газовые пожарные извещатели не следует применять в помещениях, в которых в отсутствие пожара могут появляться газы в концентрациях, вызывающих срабатывание извещателей.

В том случае, когда в зоне контроля доминирующий фактор пожара не определен, рекомендуется применять комбинацию пожарных извещателей, реагирующих на различные факторы пожара, или комбинированные пожарные извещатели.

Выбор типов пожарных извещателей в зависимости от назначения защищаемых помещений и вида горючей нагрузки рекомендуется производить в соответствии с табл. 3.7.

Как правило, в каждом защищаемом помещении следует устанавливать не менее двух ПИ. Установка одного ПИ допускается при одновременном выполнении следующих условий:

а) площадь помещения не больше площади, защищаемой ПИ, указанной в технической документации на него;

б) обеспечивается автоматический контроль работоспособности ПИ, подтверждающий выполнение им своих функций с выдачей извещения о неисправности на приемно-контрольный прибор;

в) обеспечивается идентификация неисправного извещателя приемно-контрольным прибором;

г) по сигналу с ПИ не формируется сигнал на запуск аппаратуры управления, производящей включение автоматических установок пожаротушения или дымоудаления, или систем оповещения о пожаре 5-го типа по НПБ 104-03.

Таблица 3.7

Рекомендации по выбору типов пожарных извещателей в зависимости от назначения защищаемого помещения и вида горючей нагрузки

Перечень характерных помещений производств, технологических процессов	Вид пожарного извещателя
1. Производственные здания	
1.1. С производством и хранением: – изделий из древесины синтетических смол, синтетических волокон, полимерных материалов, текстильных, текстильно-галантерейных, швейных, обувных, кожевенных, табачных, меховых, и целлюлозно-бумажных изделий, целлулоида, резины, резинотехнических изделий, горючих рентгеновских и кинофотопленок, хлопка;	Дымовой, тепловой, пламени
– лаков, красок, растворителей, ЛВЖ, ГЖ, смазочных материалов, химических реактивов, спирто-водочной продукции;	Тепловой, пламени
– щелочных металлов, металлических порошков;	Пламени
– муки, комбикормов, других продуктов и материалов с выделением пыли	Тепловой, пламени
1.2. С производством: бумаги, картона, обоев, животноводческой и птицеводческой продукции	Дымовой, тепловой, пламени

Окончание табл. 3.7

Перечень характерных помещений производств, технологических процессов	Вид пожарного извещателя
1.3. С хранением: негорючих материалов в горючей упаковке, твердых горючих материалов	Дымовой, тепловой, пламени
1.4. Помещения с вычислительной техникой, радиоаппаратурой, АТС	Дымовой
2. Специальные сооружения	
2.1. Помещения для прокладки кабелей, для трансформаторов и распределительных устройств, электрощитовые	Дымовой, тепловой
2.2. Помещения для оборудования и трубопроводов по перекачки горючих жидкостей и масел, для испытаний двигателей внутреннего сгорания и топливной аппаратуры, наполнения баллонов горючими газами	Пламени, тепловой
2.3. Помещения предприятий по обслуживанию автомобилей	Дымовой, тепловой, пламени
3. Административные, бытовые и общественные здания и сооружения	
3.1. Зрительные, репетиционные, лекционные, читальные и конференц-залы, кулуарные, фойе, холлы, коридоры, гардеробные, книгохранилища, архивы, пространства за подвесными потолками	Дымовой
3.2. Артистические, костюмерные, реставрационные мастерские, кино- и светопроекционные, аппаратные, фотолаборатории	Дымовой, тепловой, пламени
3.3. Административно-хозяйственные помещения, машиносчетные станции, пульты управления, жилые помещения	Дымовой, тепловой
3.4. Больничные палаты, помещения предприятий торговли, общественного питания, служебные комнаты, жилые помещения гостиниц и общежитий	Дымовой, тепловой
3.5. Помещения музеев и выставок	Дымовой, тепловой, пламени

Точечные ПИ, кроме извещателей пламени, следует устанавливать, как правило, под перекрытием и размещать на расстоянии от стен не менее 0,1 м.

Размещение точечных тепловых и дымовых ПИ следует производить с учетом воздушных потоков в защищаемом помещении, вызываемых приточной или вытяжной вентиляцией, при этом расстояние от извещателя до вентиляционного отверстия должно быть не менее 1 м.

Ручные пожарные извещатели следует устанавливать на стенах и конструкциях на высоте 1,5 м от уровня земли или пола, в местах, удаленных от электромагнитов, постоянных магнитов и других устройств, воздействие которых может вызвать самопроизвольное срабатывание извещателя. Освещенность в месте установки ручного пожарного извещателя должна быть не менее 50 лк.

3.4.2. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

Оповещение и управление эвакуацией людей (СОУЭ) при пожаре должно осуществляться (НПБ 104-03):

- подачей звуковых и (или) световых сигналов во все помещения здания с постоянным или временным пребыванием людей;
- трансляцией текстов о необходимости эвакуации, путях эвакуации, направлении движения и других действиях, направленных на обеспечение безопасности людей;
- трансляцией специально разработанных текстов, направленных на предотвращение паники и других явлений, усложняющих эвакуацию;
- размещением и включением эвакуационных знаков безопасности на путях эвакуации;
- включением эвакуационного освещения;
- дистанционным открыванием дверей эвакуационных выходов (например, оборудованных электромагнитными замками);
- связью пожарного поста-диспетчерской с зонами пожарного оповещения.

Эвакуационные световые указатели должны включаться одновременно с основными осветительными приборами рабочего освещения. Допускается использовать эвакуационные световые указатели, автоматически включаемые при получении командного импульса о начале оповещения о пожаре и (или) аварийном прекращении питания рабочего освещения.

Звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать общий уровень звука не менее 75 дБА на расстоянии 3 м от оповещателя, но не более 120 дБА в любой точке защищаемого помещения.

Настенные звуковые оповещатели, должны крепиться на высоте не менее 2,3 м от уровня пола, но расстояние от потолка до оповещателя должно быть не менее 150 мм.

Эвакуационные пути в зданиях должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей. Для обеспечения безопасной эвакуации людей должны быть:

1) установлены необходимое количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и эвакуационных выходов;

2) обеспечено беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы;

3) организованы оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям (в том числе с использованием световых указателей, звукового и речевого оповещения).

Безопасная эвакуация людей из зданий, сооружений и строений при пожаре считается обеспеченной, если интервал времени от момента обнаружения пожара до завершения процесса эвакуации людей в безопасную зону не превышает необходимого времени эвакуации людей при пожаре.

К эвакуационным выходам из зданий, сооружений и строений относятся выходы, которые ведут:

1) из помещений первого этажа наружу:

- непосредственно;
- через коридор;
- через вестибюль (фойе);
- через лестничную клетку;
- через коридор и вестибюль (фойе);
- через коридор, рекреационную площадку и лестничную клетку;

2) из помещений любого этажа, кроме первого:

- непосредственно на лестничную клетку;
- в коридор, ведущий непосредственно на лестничную клетку;
- в холл (фойе), имеющий выход непосредственно на лестничную клетку;
- на эксплуатируемую кровлю;

К аварийным выходам в зданиях, сооружениях и строениях относятся выходы, которые ведут:

1) на переход шириной не менее 0,6 м, ведущий в смежную секцию здания или в смежный пожарный отсек;

2) на кровлю зданий, сооружений и строений I, II и III степеней огнестойкости (табл. 3.8) через окно или дверь размером не менее 0,75×1,5 м, а также через люк размером не менее 0,6×0,8 м по вертикальной или наклонной лестнице.

Таблица 3.8

Показатели огнестойкости зданий

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций здания, не менее						
	несущие элементы здания	наружные не несущие стены	перекрытия между этажами (в том числе чердачные и над подвалами)	Элементы безчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				настилы (в том числе с утеплителем)	фермы, балки, прогоны	внутренние стены	марши и площадки лестниц
I	R 120	E 30	REJ 60	RE 30	R 30	REJ 120	R 60
II	R 90	E 15	REJ 45	Re 15	R 15	REJ 90	R 60
III	R 45	E 15	REJ 45	RE 15	R 15	REJ 60	R 45
IV	R 15	E 15	REJ 15	RE 15	R 15	REJ 45	R 15
V	Не нормируется						

В проемах эвакуационных выходов запрещается устанавливать раздвижные и подъемно-опускные двери, вращающиеся двери, турникеты и другие предметы, препятствующие свободному проходу людей.

Число эвакуационных выходов из здания, сооружения и строения должно быть не менее числа эвакуационных выходов с любого этажа здания, сооружения и строения.

Сигнальные цвета и знаки пожарной безопасности

Для регулирования поведения человека в целях предотвращения возникновения пожара и (или) выполнения им определенных действий при пожаре используются сигнальные цвета и знаки пожарной безопасности (НПБ 160-97).

Сигнальные цвета следует использовать для внешнего оформления знаков пожарной безопасности; обозначения мест размещения пожарной техники, мест нахождения кнопок ручного пуска установок пожарной автоматики, систем противодымной защиты, мест нахождения средств индивидуальной защиты, самоспасания; обозначения путей эвакуации.

При выборе места установки знака необходимо соблюдение следующих требований:

- знак должен быть хорошо виден;
- знак должен находиться в пределах поля зрения;
- расстояние между одноименными знаками, указывающими местонахождение эвакуационного выхода или пожарно-технической продукции, не должно превышать 60 м;
- знак должен располагаться в непосредственной близости от объекта, к которому он относится.

В качестве сигнальных цветов используются красный, желтый, синий и зеленый, и контрастные цвета – черный и белый.

Нормы пожарной безопасности (НПБ 160-97) устанавливают четыре основных вида знаков пожарной безопасности: запрещающие; предупреждающие; предписывающие; указательные.

Контрольные вопросы к пункту 3.4

1. Требования к системам пожарной сигнализации.
2. Из каких элементов состоит система пожарной сигнализации?
3. Признаки, по которым классифицируются пожарные извещатели.
4. Дать характеристику дымовых пожарных извещателей.
5. Что относится к СОУЭ людей при пожаре?
6. Какие требования предъявляются к размещению знаков пожарной безопасности?

Библиографический список к пункту 3.4

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». – Российская газета от 01.08.2008 № 163.

2. Синилов, В.Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации: учеб. для нач. проф. образования / В.Г. Синилов. – М.: ИПРО, 2001. – 352 с.

3. Собурь, С.В. Установки пожарной сигнализации: справочник / С.В. Собурь. – М.: Спецтехника, 2003. – 312 с.

4. Обеспечение пожарной безопасности предприятия / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А.Н. Проценко – М.: Институт риска и безопасности, 2003. – 376 с.

3.5. Системы коллективной и средства индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара

Системы коллективной защиты людей от опасных факторов пожара должны обеспечивать:

- безопасность людей в течение всего времени воздействия на них опасных факторов пожара;
- безопасность в течение всего времени развития и тушения пожара или времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону.

Средства индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара должны обеспечивать:

- безопасность в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или в течение времени, необходимого для проведения специальных работ по тушению пожара.

Средства индивидуальной защиты должны применяться как для защиты эвакуируемых и спасаемых людей, так и для защиты пожарных, участвующих в тушении пожара.

Система противодымной защиты

Система противодымной защиты здания, сооружения или строения должна обеспечивать защиту людей на путях эвакуации и в безопасных зонах от воздействия опасных факторов пожара в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или всего времени развития и тушения пожара посредством удаления продуктов горения и термического разложения и (или) предотвращения их распространения.

Система противодымной защиты должна предусматривать один или несколько из следующих способов защиты:

1) использование объемно-планировочных решений зданий, сооружений и строений для борьбы с задымлением при пожаре;

2) использование конструктивных решений зданий, сооружений и строений для борьбы с задымлением при пожаре;

3) использование приточной противодымной вентиляции для создания избыточного давления воздуха в защищаемых помещениях, тамбур-шлюзах и на лестничных клетках;

4) использование устройств и средств механической и естественной вытяжной противодымной вентиляции для удаления продуктов горения и термического разложения.

Объемно-планировочные решения зданий, сооружений и строений должны исключать возможность распространения продуктов горения за пределы помещения пожара, пожарного отсека и (или) пожарной секции.

Системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции должны выполняться с естественным или механическим способом побуждения. Независимо от способа побуждения система приточно-вытяжной противодымной вентиляции

должна иметь автоматический и дистанционный ручной привод исполнительных механизмов и устройств противодымной вентиляции.

Использование приточной вентиляции для вытеснения продуктов горения без устройства естественной или механической вытяжной противодымной вентиляции не допускается.

Дверные проемы в ограждениях лифтовых шахт с выходами из них в коридоры и другие помещения, кроме лестничных клеток, должны защищаться противопожарными дверями с пределом огнестойкости не менее EI 30 или экранами из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее EI 45.

В зданиях, сооружениях и строениях высотой 28 и более м шахты лифтов, не имеющие у выхода из них тамбур-шлюзов с избыточным давлением воздуха, должны быть оборудованы системой создания избыточного давления воздуха в шахте лифта при пожаре.

Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре

Средства индивидуальной защиты людей при пожаре предназначены для защиты личного состава подразделений пожарной охраны и людей от воздействия опасных факторов пожара. Средства индивидуальной защиты людей при пожаре подразделяются на следующие:

1) средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения;

2) средства индивидуальной защиты пожарных.

Средства спасения людей с высоты при пожаре подразделяются на: индивидуальные и коллективные средства.

К средствам индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных предъявляются ряд требований.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных должны обеспечивать защиту пожарного при работе в среде, непригодной для дыхания и раздражающей слизистую оболочку глаз. Они должны характеризоваться показателями стойкости к механическим и неблагоприятным климатическим воздействиям, эргономическими и защитными показателями, значения которых устанавливаются в соответствии с тактикой проведения аварийно-спасательных работ, спасания людей и необходимостью обеспечения безопасных условий труда пожарных. Дыхательные аппараты со сжатым воздухом должны обеспечивать поддержание избыточного давления в подмасочном пространстве в процессе дыхания человека.

Время защитного действия дыхательных аппаратов со сжатым воздухом (при легочной вентиляции 30 литров в минуту) должно быть не менее 1 часа, кислородно-изолирующих аппаратов – не менее 4 часов.

Конструктивное исполнение средств индивидуальной защиты органов дыхания пожарных должно предусматривать быструю замену (без применения специальных инструментов) баллонов с дыхательной смесью и регенеративных патронов.

Запрещается использование средств индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующего действия для защиты пожарных, а также использование кислородных дыхательных аппаратов в комплекте со специальной защитной одеждой от тепловых воздействий, за исключением боевой одежды пожарных, и специальной защитной одеждой изолирующего типа.

Средства индивидуальной защиты и спасения граждан при пожаре должны обеспечивать безопасность эвакуации или самоспасания людей. Область применения, функциональное назначение и технические характеристики средств индивидуальной защиты граждан и пожарных определяются нормативными документами по пожарной безопасности.

Обеспечение деятельности пожарных подразделений

В соответствии с техническим регламентом для обеспечения деятельности пожарных подразделений должно быть обеспечено устройство:

1) пожарных проездов и подъездных путей к зданиям, сооружениям и строениям для пожарной техники;

2) наружных пожарных лестниц и других средств подъема личного состава подразделений пожарной охраны и пожарной техники на этажи и на кровлю зданий;

3) противопожарного водопровода, в том числе совмещенного с хозяйственным или специального, сухотрубов и пожарных емкостей (резервуаров);

4) системы противодымной защиты путей следования личного состава подразделений пожарной охраны внутри здания, сооружения и строения;

5) индивидуальных и коллективных средств спасения людей.

Подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен:

1) с двух продольных сторон – к зданиям общеобразовательных учреждений, высотой 18 и более м (6 и более этажей);

2) со всех сторон – к односекционным зданиям общеобразовательных учреждений.

Допускается предусматривать подъезд пожарных автомобилей только с одной стороны к зданиям, сооружениям и строениям в случаях:

1) меньшей этажности, чем высота 18 и более м;

2) двусторонней ориентации помещений.

К зданиям с площадью застройки более 10 000 м^2 или шириной более 100 м подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен со всех сторон.

Ширина проездов для пожарной техники должна составлять не менее 6 м. В общую ширину противопожарного проезда, совмещенного с основным подъездом к зданию, сооружению и строению, допускается включать тротуар, примыкающий к проезду.

Конструкция дорожной одежды проездов для пожарной техники должна быть рассчитана на нагрузку от пожарных автомобилей.

В замкнутых и полузамкнутых дворах необходимо предусматривать проезды для пожарных автомобилей.

На территориях поселений и городских округов должны быть предусмотрены источники наружного или внутреннего противопожарного водоснабжения. К источникам наружного противопожарного водоснабжения относятся:

1) наружные водопроводные сети с пожарными гидрантами;

2) водные объекты, используемые для целей пожаротушения в соответствии с законодательством Российской Федерации;

3) противопожарный водопровод. При этом противопожарный водопровод допускается объединять с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом.

Контрольные вопросы к пункту 3.5

1. Требования к системам коллективной защиты людей от опасных факторов пожара.
2. Что предусматривает система противодымной защиты?
3. Классификация средств индивидуальной защиты от опасных факторов пожара.
4. Какими устройствами должна быть обеспечена деятельность пожарных подразделений?

Библиографический список к пункту 3.5

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». – Российская газета от 01.08.2008 № 163.

2. Обеспечение пожарной безопасности предприятия / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А.Н. Проценко – М.: Институт риска и безопасности, 2003. – 376 с.

Глава 4. МОЛНИЕЗАЩИТА

Разряды атмосферного электричества способны вызвать взрывы, пожары и разрушения зданий и сооружений, что требует разработки специальной системы молниезащиты. Регламентирующим документом, устанавливающим необходимый комплекс мероприятий и средств по обеспечению безопасности людей, предохранению зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, пожаров и разрушения от действия молнии является «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87.

Молниезащита – комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от разрядов молнии [1].

Физические процессы, происходящие в атмосфере Земли, приводят к образованию электрических зарядов, потенциал которых может достигать $\varphi > 1$ млрд. В. Условия образования грозовых облаков – большая влажность и быстрое изменение температуры. В результате возникновения восходящих потоков теплого воздуха и быстрой конденсации водяных паров, содержащихся в воздухе, образуется большое количество водяной пыли, которая заряжается отрицательно. При повышении напряженности электрического поля до критических значений ($E \geq 30$ кВ/м) возникает разряд, сопровождающийся ярким свечением (молния) и звуком (гром).

Параметры молнии:

1) сила тока в канале – 20…40 тыс. А (реже до 200 тыс.);
2) время существования – $\tau = 0{,}1\ldots1$ с;
3) заряд, протекающий в молнии – Q = 10…50 Кл;
4) скорость перемещения головной части молнии – 150 км/с;
5) длина молнии между облаками – 20 км;
6) длина молнии между облаками и землей – 2…3 км;
7) диаметр канала молнии – $d = 15$ см;
8) разность потенциалов между облаком и землей, перед разрядом $\varphi = 10^9$ В.

Молния способна воздействовать на объекты прямыми ударами, вторичным воздействием и заносом высокого потенциала в здание и сооружение.

Прямой удар молнии (прямое воздействие) – непосредственный контакт молнии со зданием и сооружением, сопровождающийся протеканием через него тока молнии, способного вызвать пожар, взрыв и разрушения. Разрушение может произойти как от сильного разогрева металлоконструкции объекта вплоть до их плавления и испарения, так и в результате пожара и взрыва.

Вторичное проявление молнии – нанесение потенциалов на поверхности металлических элементов конструкции зданий, сооружений, оборудования посредством электромагнитной индукции, вызванное близкими разрядами молнии и создающее опасность искрения внутри объекта.

Искрение или сильный нагрев наведенными токами чаще всего возникает в электропроводке зданий, особенно в местах ненадежных контактов.

Занос высокого потенциала – перенесение в здание или сооружение по протяженным металлическим конструкциям и коммуникациям электрических потенциалов, возникающих при прямых или близких ударах молнии и создающих опасность искрения внутри объекта.

Занос может осуществляться по любым металлоконструкциям:

- надземным – провода ЛЭП;
- наземным – рельсовым путям, эстакадам и т. п.;
- подземным – трубопроводам, кабелям и т. п.

Наиболее подвержены действию молнии высокие строения, трубы, мачты, опоры ЛЭП и т.д.

Интенсивность грозовой деятельности характеризуется средним числом грозовых часов в году $n_ч$ или числом грозовых дней в году $n_д$.

Определяют ее с помощью соответствующей карты, приведенной в «Строительных нормах СН 305-77» для конкретного района строительства объекта. По этой карте на территории Челябинской области $n_ч = 40…60$ ч/год, в горных районах $n_ч = 60…80$ ч/год.

Применяют и более обобщенный показатель – среднее число ударов молнии в год на 1 км^2 поверхности земли n (1/км^2 · год), который зависит от среднего числа грозовых часов в году.

Среднее число грозовых часов в году, $n_ч$	10…20	20…40	40…60	60…80	80…100	Свыше 100
Среднее число ударов молнии на 1 км^2 поверхности, n 1/км^2·год	1	2	4	5,5	7	8,5

В зависимости от вероятности вызываемого молнией пожара, исходя из масштабов возможного разрушения и ущерба, установлены **3 категории** устройства молниезащиты.

В зданиях и сооружениях, отнесенных к *первой категории* молниезащиты длительное время возникают и сохраняются взрывоопасные смеси газа, пара и пыли с воздухом перерабатываются и хранятся взрывчатые вещества. Взрывы в таких зданиях, как правило, сопровождаются значительными разрушениями и человеческими жертвами. К первой категории молниезащиты относятся здания и сооружения (или их части) с производствами, помещения которых по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) относятся к классам В-I и В-II. Здания и сооружениями *первой категории* должны быть защищены от прямых ударов молнии, вторичных его воздействий и заноса высоких потенциалов через надземные, наземные и подземные металлоконструкции. Эти требования должны соблюдаться по всей территории России.

В зданиях и сооружениях, отнесенных ко *второй категории* молниезащиты, названные взрывоопасные смеси могут возникать только в момент производственной аварии или неисправности технологического оборудования, ВВ хранятся в специальной упаковке. Попадание молнии в такие здания сопровождаются, как правило, значительно меньшими разрушениями и человеческими жертвами. Ко

второй категории молниезащиты относятся здания и сооружения (или их части) с производствами, помещения которых по ПУЭ относятся к классам В-Iа, В-Iб, В-IIа, а также наружные технологические установки и открытые склады, относимые по ПУЭ к классу В-Iг. Здания и сооружения второй категории молниезащиты должны быть защищены от прямых ударов молнии, от вторичных ее воздействий и заноса высоких потенциалов только в местах со средней интенсивностью грозовой деятельности $n_ч \geq 10$ ч/год.

В зданиях и сооружениях *третьей категории* от прямого удара молнии может возникнуть пожар, механические разрушения и поражения людей. К этой категории относят общественные здания, дымовые трубы, водонапорные башни. К третьей категории молниезащиты относятся здания и сооружения с производствами, помещения которых по ПУЭ относятся к классам П-I, П-II, П-IIа, П-III, а также все другие здания и сооружения III, IV и V степеней огнестойкости. Здания и сооружения отнесенные к третьей категории молниезащиты должны быть защищены от прямых ударов и заноса высоких потенциалов через надземные металлоконструкции и коммуникации в местностях с грозовой интенсивностью $n_ч \geq 20$ ч/год.

Конструкции молниеотводов

Молниеотвод – устройство, воспринимающее удар молнией и отведение ее в землю.

Молниеотводы разделяют на следующие виды [1]:

1) стержневые – с вертикальным расположением молниеприемников; по числу стержней они делятся на:

- одиночные (отдельностоящие),
- сдвоенные (одно или разновысотные),
- многократные (одно или разновысотные);

2) тросовые – с горизонтально-расположенным молниеприемником, закрепленном на двух заземленных опорах; по числу молниеотводов их делят:

- отдельно стоящие,
- двойные (одно и разновысотные);
- сетки – многократные горизонтальные молниеприемники, пересекающиеся под прямым углом и укладываемые на защищаемые здания.

Опоры отдельно стоящих молниеотводов (стержневых) могут выполняться из стали любой марки, железобетона или дерева.

Расстояния, показанные на рис. 4.1 и 4.2, нормируются только для молниеотводов первой категории.

Для исключения заноса высокого потенциала в защищаемое здание или сооружение по подземным металлокоммуникациям (в т. ч. по электрическим кабелям) заземлители защиты от прямого удара молнии должны быть по возможности удалены от этих коммуникаций.

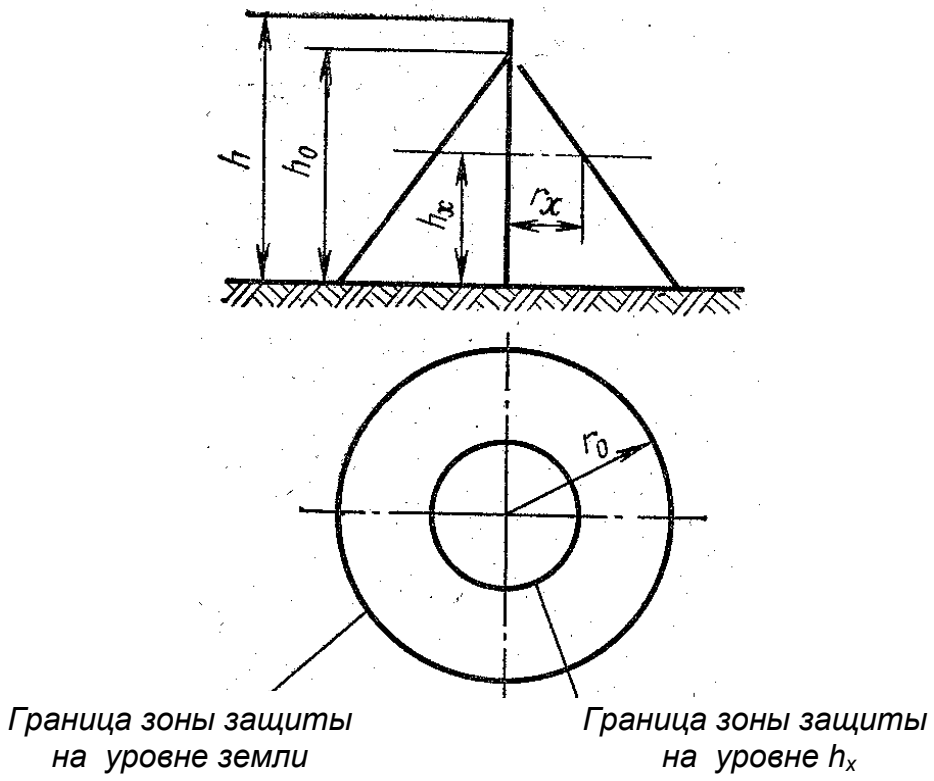


Рис. 4.1. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 150 м

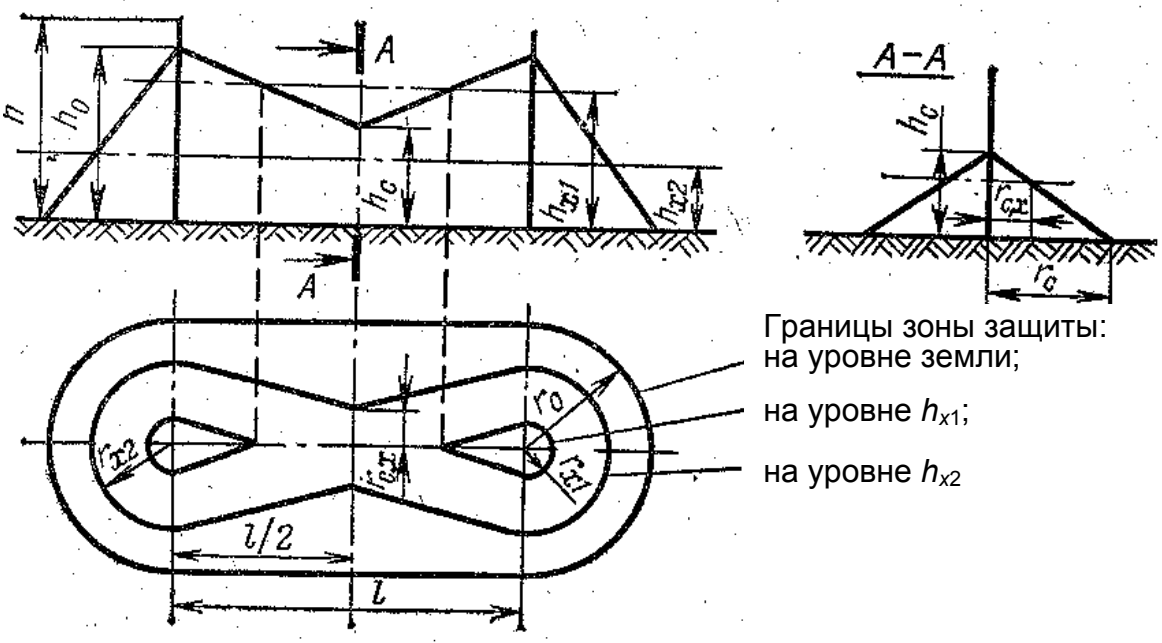


Рис. 4.2. Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой до 150 м

В справочнике по технике безопасности конкретно приведены: типы зон и категории устройств молниезащиты зданий и сооружений; зоны защиты молниеотводов; размеры молниеприемников, токоотводов и электродов заземлителей, а также типовые конструкции заземлителей и их сопротивления растеканию тока промышленной частоты.

Контрольные вопросы к главе 4

1. Дать определение молниезащите.
2. Основные параметры молнии.
3. Характеристика воздействий молнии на объекты зданий и сооружений.
4. Чем характеризуется интенсивность грозовой деятельности?
5. Три категории устройств молниезащиты, их характеристика.
6. Конструкции молниеотводов.

Библиографический список к главе 4

1. Долин, П.А. Справочник по технике безопасности / П.А. Долин. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 824 с.

2. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. Приказ Минэнерго СССР от 12.10.1987 // Официальное издание. – Серия 17: Документы по надзору в электроэнергетике. – Вып. 27. – М.: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2006.

3. СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. Приказ Минэнерго России от 30.06.2003 № 280 // Официальное издание. – Серия 17: Документы по надзору в электроэнергетике. – Вып. 27. – М.: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2006.

Глава 5. АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА. СЕРТИФИКАЦИЯ РАБОТ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

5.1. Общие положения

Одним из направлений государственной политики в области охраны труда является обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников, принятие и реализация федеральных целевых программ улучшения условий и охраны труда.

В соответствии со статьей 37 п.3 Конституции Российской Федерации [1] каждый работник имеет право на труд, в условиях отвечающих требованиям безопасности. Права и гарантии права работников на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда изложены и в Трудовом кодексе Российской Федерации [2]. Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда согласно Трудовому Кодексу РФ возлагаются на работодателя [2, ст. 212]. Помимо обеспечения безопасных условий и охраны труда в организации, «работодатель обязан обеспечить проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией работ по охране труда в организации» [2, ст. 212].

Аттестация рабочих мест по условиям труда проводится в соответствии с Приложением к Приказу Минздравсоцразвития России от 31 августа 2007 г. № 569 [3], который устанавливает цели, порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, а также порядок оформления и использования результатов аттестации в организациях, независимо от их организационно-правовых форм собственности.

Аттестации рабочих мест по условиям труда подлежат все имеющиеся в организации рабочие места [3, п. 1].

Цели аттестации – выявление вредных и (или) опасных производственных факторов на рабочих местах и осуществление мероприятий по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда [3, п. 2].

Каждое рабочее место должно аттестовываться не реже одного раза в пять лет. Обязательной повторной аттестации рабочих мест по условиям труда (переаттестации) подлежат рабочие места в случаях замены производственного оборудования, изменения технологического процесса, средств коллективной защиты и др., устранения выявленных нарушений условий труда. Вновь организованные рабочие места аттестуются после ввода их в эксплуатацию.

Результаты аттестации рабочих мест по условиям труда используются в целях [3, п. 4]:

1) контроля состояния условий труда на рабочих местах и правильности обеспечения работников сертифицированными средствами индивидуальной и коллективной защиты;

2) оценки профессионального риска как вероятности повреждения (утраты) здоровья или смерти работника, связанной с исполнением им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных законодательством случаях, кон-

троля и управления профессиональным риском, которые предполагают проведение анализа и оценки состояния здоровья работника в причинно-следственной связи с условиями труда, информирование о риске субъектов трудового права, контроль динамики показателей риска, а также проведение мероприятий по снижению вероятности повреждения здоровья работников;

3) предоставления работникам, принимаемым на работу, достоверной информации об условиях труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения здоровья, о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов и полагающихся работникам, занятым на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда, гарантиях и компенсациях;

4) предоставления работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, бесплатной сертифицированной специальной одежды, специальной обуви и других СИЗ, а также смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами;

5) подготовки статистической отчетности об условиях труда;

6) последующего подтверждения соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда;

7) подготовки контингентов и поименного списка лиц, подлежащих обязательным предварительным (при поступлении на работу) и периодическим (в течение трудовой деятельности) медицинским осмотрам (обследованиям) работников, а также внеочередных медицинских осмотров (обследований).

8) расчета скидок и надбавок к страховому тарифу в системе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

9) решения вопроса о связи заболевания с профессией при подозрении на профессиональное заболевание, о диагнозе профессионального заболевания;

10) обоснования принимаемых в установленном порядке решений о применении административного наказания в виде административного приостановления деятельности организаций, их филиалов, представительств, структурных подразделений, производственного оборудования, участков;

11) рассмотрения вопроса о приостановлении эксплуатации зданий или сооружений, машин и оборудования, осуществления отдельных видов деятельности (работ), оказания услуг вследствие непосредственной угрозы жизни или здоровью работников;

12) рассмотрения вопросов и разногласий, связанных с обеспечением безопасных условий труда работников и расследованием произошедших с ними несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

13) принятия мер по надлежащему санитарно-бытовому и профилактическому обеспечению работников организации;

14) обоснования ограничений труда для отдельных категорий работников;

15) включения в трудовой договор характеристики условий труда и компенсаций работникам за работу в тяжелых, вредных и (или) опасных условиях труда;

16) обоснования планирования и финансирования мероприятий по улучшению условий и охраны труда в организациях, в том числе за счет средств на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

17) создания банка данных существующих условий труда на уровне организации, муниципального образования, органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации и на федеральном уровне;

18) проведения мероприятий по осуществлению федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;

19) применения предусмотренных законодательством мер ответственности к лицам, виновным в нарушениях законодательства об охране труда.

5.2. Подготовка к проведению аттестации рабочих мест по условиям труда

Подготовка к аттестации рабочих мест по условиям труда заключается в составлении перечня всех рабочих мест и выявлении опасных и вредных факторов производственной среды, подлежащих инструментальной оценке, с целью определения фактических значений их параметров.

Для организации и проведения аттестации рабочих мест по условиям труда издается приказ по предприятию, в соответствии с которым:

- создается аттестационная комиссия организации;
- определяются сроки и график проведения работ по аттестации рабочих мест по условиям труда.

Аттестационная комиссия создается организацией, в которой проводится аттестация рабочих мест по условиям труда, и Аттестующей организацией на паритетной основе в целях координации, методического руководства и контроля за проведением работы по аттестации рабочих мест по условиям труда.

В состав аттестационной комиссии организации входят председатель аттестационной комиссии и члены комиссии. В аттестационную комиссию рекомендуется включать руководителей структурных подразделений организации, юристов, специалистов служб охраны труда, специалистов по кадрам, специалистов по организации труда и заработной платы, главных специалистов, медицинских работников, представителей профсоюзных организаций, совместных комитетов (комиссий) по охране труда, уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессиональных союзов или трудового коллектива, представителей Аттестующей организации.

Аттестационная комиссия организации:

- осуществляет методическое руководство, составляет план-график выполнения аттестации рабочих мест и осуществляет контроль за его выполнением на всех ее этапах;
- формирует необходимую нормативно-справочную базу для проведения аттестации рабочих мест и организует ее изучение;

- составляет полный перечень рабочих мест организации с выделением аналогичных по характеру выполняемых работ и условиям труда;
- составляет полный перечень опасных и вредных факторов рабочей среды и трудового процесса, подлежащих оценке на каждом рабочем месте, исходя из характеристик технологического процесса, состава оборудования, применяемых сырья и материалов, данных ранее проводившихся измерений показателей опасных и вредных производственных факторов, тяжести и напряженности трудового процесса, жалоб работников на условия труда (рис. 5.1);
- проводит подготовительную работу по приведению рабочих мест в соответствие с проектными параметрами и требованиями действующих нормативных правовых актов (проверяет наличие заземления на рабочих местах оборудованных компьютерами, проводит чистку светильников с заменой не горящих ламп, проверяет системы вентиляции и кондиционирования и т.п.).
- готовит предложения по приведению наименования профессий и должностей работников организации в соответствие с требованиями законодательства, если для этих профессий и должностей предусмотрено предоставление компенсаций работникам;
- присваивает коды производствам, цехам, участкам для проведения автоматизированной обработки результатов аттестации рабочих мест по условиям труда;
- составляет и подписывает карты аттестации рабочих мест по условиям труда;
- организует ознакомление работников с результатами аттестации рабочих мест по условиям труда;
- при наличии на рабочих местах вредных и (или) опасных производственных факторов готовит предложения о внесении изменений и (или) дополнений в трудовой договор об обязательствах работодателя по обеспечению работника необходимыми средствами индивидуальной защиты, установлению соответствующего режима труда и отдыха, а также других установленных законодательством гарантий и компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- разрабатывает план мероприятий по реализации результатов аттестации для улучшения и оздоровления условий труда;
- вносит предложения о готовности организации (производственных объектов) к их сертификации по охране труда.

ПЕРЕЧЕНЬ РАБОЧИХ МЕСТ

подлежащих аттестации по условиям труда _____

(наименование организации)

№ п/п[1]	Наименование профессии или должности	Код профессии, должности По ОК 016-94	Количество работающих	Из них женщин	Место проведения измерений факторов производственной среды и трудового процесс	Оцениваемые факторы																		
						Время их воздействия в часах (процентах и продолжительности смены)															Тяжесть	Напряженность	Спец.одежда[2]	Травмобезопасность
						Химический[3]	Биологический	Физические																
								Аэрозоли ПФД	Шум	Инфразвук	Ультразвук	Вибрация общая	Вибрация локальная	ЭМП и излучения	Ионизирующие излучения	Микроклимат	Световая среда	Аэроионный состав воздуха	Ультрафиолетовое излучение	Лазерное излучение				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Рис. 5.1. Перечень рабочих мест с перечислением исследуемых факторов:

1 – номера аналогичных рабочих мест завершаются буквой «а»;

2 – если фактор не оценивается, то в графе ставится прочерк;

3 – на отдельном листе дается перечень химических веществ и АПДФ

5.3. Проведение и оформление результатов аттестации рабочих мест по условиям труда

Аттестация рабочих мест по условиям труда – это система анализа и комплексной оценки всех элементов системы «человек – производственный процесс – производственная среда». А именно, определение набора факторов профессионального воздействия, обусловленных производственным процессом, установление степени их вредности и опасности, проведение ретроспективного анализа производственного травматизма на рабочих местах и получение прогноза снижения его уровня при проведении соответствующих мероприятий по охране труда и безопасности труда.

При аттестации рабочих мест проводится оценка фактического состояния условий труда на рабочих местах (рис. 5.2), которая проводится по трем направлениям:

1) оценка существующих условий и характера труда;
2) оценка травмобезопасности оборудования и приспособлений;
3) оценка обеспеченности работников эффективными средствами индивидуальной защиты.

При этом Порядок [3] предусматривает проведение оценки условий труда инструментальными, лабораторными и эргономическими методами исследований.

Ответственность за проведение аттестации рабочих мест по условиям труда несет руководитель организации.

На каждое рабочее место (или группу аналогичных по характеру выполняемых работ и по условиям труда рабочих мест) составляется Карта аттестации рабочих (его) мест(а) по условиям труда [3] (рис. 5.3).

5.3.1. Определение фактических значений опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах

При аттестации рабочего места по условиям труда оценке подлежат все имеющиеся на рабочем месте опасные и вредные производственные факторы.

Уровни опасных и вредных производственных факторов определяются на основе инструментальных измерений физических, химических, биологических и психофизиологических факторов при проведении производственных процессов в соответствии с технологическим регламентом, при исправных и эффективно действующих средствах коллективной и индивидуальной защиты. При этом используются методы контроля, предусмотренные соответствующими ГОСТами и (или) другими нормативными документами в соответствии с [3].

Инструментальные измерения проводятся метрологически аттестованными в установленные сроки поверки приборами и средствами измерения по соответствующим методикам измерений, указанных в нормативных документах.

Рис. 5.2. Последовательность проведения работ по аттестации рабочих мест

КАРТА АТТЕСТАЦИИ
рабочего места по условиям труда № 01

Заведующий лабораторией (в прочих отраслях), Код 22017
(профессия, должность работника)

Наименование организации: *МУЗ Городская клиническая поликлиника №130 г.Челябинск*

Адрес организации: *454080, г.Челябинск, Кировский пр. 80*

Наименование производственного объекта: *МУЗ Городская клиническая поликлиника №135 г.Челябинск*

Наименование подразделения: *Клинико-диагностическая лаборатория*

Наименование участка (бюро, сектор): *Ординаторская*

Количество и номера аналогичных рабочих мест: *1*

Строка 010. Выпуск ЕТКС, КС *Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих (Пост. Минтруда России от 21.08.98 №37)*

Строка 020. Количество работающих:

на одном РМ *1*
на аналогичных РМ *0*
из них женщин *1*

Рис. 5.3. Фрагмент 1 Карты аттестации рабочих мест по условиям труда

Инструментальные измерения уровней производственных факторов оформляются протоколами, являющимися неотъемлемыми частями Карты аттестации рабочего места по условиям труда.

Форма протоколов устанавливается нормативными документами, определяющими порядок проведения измерений уровней показателей того или иного фактора [3, 5].

По результатам измерений уровней каждого из производственных факторов рабочего места проводится анализ соответствия с установленными для них гигиеническими нормативами [5]. В соответствующих протоколах приводятся выводы о специфическом воздействии факторов. На базе таких сопоставлений делается краткий вывод, – определяется класс условий труда для каждого фактора: оптимальный, допустимый, вредный, опасный.

Краткие выводы результатов оценки условий труда по каждому производственному фактору рабочего места вносятся в строку 30-ю Карты аттестации (рис. 5.4), а итоговый класс по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса вносится в строку 90-ю Карты аттестации рабочих(его) мест(а) по условиям труда (рис. 5.5).

Строка 030. Оценка условий труда:

- по степени вредности и (или) опасности факторов производственной среды и трудового процесса

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса		Класс условий труда
Химический		2
Биологический		-
АПФД		-
Акустические	Шум	2
	Инфразвук	-
	Ультразвук воздушный	-
	Ультразвук контактный	-
Вибрация общая		-
Вибрация локальная		-
Неионизирующие излучения		-
Ионизирующие излучения		-
Микроклимат		2
Освещение		3.1
Тяжесть труда (трудового процесса)		2
Напряженность труда (трудового процесса)		3.1
Аэроионный состав воздуха		2
Общая оценка условий труда		**3.1**

- по травмобезопасности: *1(первый)*

Рис. 5.4. Фрагмент 2 Карты аттестации рабочих мест по условиям труда

Строка 090. Заключение аттестационной комиссии

Рабочее место аттестовано:

по факторам производственной среды и трудового процесса с классом *3.1*

- по травмобезопасности с классом: *1 (первый)*

- по обеспеченности СИЗ: *соответствует*
условно (не) аттестовано

Председатель аттестационной комиссии:

(подпись)	Ф.И.О.	(дата)

Члены аттестационной комиссии

(подпись)	Ф.И.О.	(дата)
(подпись)	Ф.И.О.	(дата)

С результатами оценки условий труда ознакомлен(ы)

Рис. 5.5. Фрагмент 3 Карты аттестации рабочих мест по условиям труда

5.3.2. Оценка травмобезопасности рабочих мест

Основными объектами оценки травмобезопасности рабочих мест являются:

- производственное оборудование;
- приспособления и инструменты;
- обеспеченность средствами обучения и инструктажа.

Оценка травмобезопасности рабочих мест проводится путем сопоставления фактического состояния объектов оценки (производственного оборудования, приспособлений и инструмента, а также обеспечения средствами обучения и инструктажа) с требованиями действующих и распространяющихся на них нормативных правовых актов по охране труда (государственных и отраслевых стандартов, правил по охране труда, типовых инструкций по охране труда и др.), эксплуатационных и технологических документов. При этом необходимо учитывать наличие сертификатов безопасности установленного образца на производственное оборудование.

Оценка травмобезопасности рабочего места оформляется протоколом в соответствии с [3, 5, 6]. По результатам оценки травмобезопасности рабочего места в протоколе приводятся краткие выводы. В них указывается, каким пунктам норм, правил и стандартов соответствует или не соответствует оцениваемое рабочее место, устанавливается уровень условий труда по фактору травмобезопасности. Результаты оценки травмобезопасности рабочего места с указанием уровня (класса) условий труда по травмобезопасности вносятся и в строку 30-ю и строку 90-ю Карты аттестации рабочего места по условиям труда (см. рис. 5.4, рис. 5.5).

5.3.3. Оценка обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты

По каждому рабочему месту определяется обеспеченность работников средствами индивидуальной защиты, а также эффективность этих средств.

Оценка обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты осуществляется посредством сопоставления фактически выданных средств с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты и другими нормативными документами (ГОСТ, ТУ и т.д.).

Оценку обеспеченности работников СИЗ следует проводить при наличии результатов гигиенической оценки условий труда и факторов травмобезопасности рабочего места. Оценка соответствия выданных СИЗ фактическому состоянию условий труда производится путем сравнения параметров условий труда с маркировкой СИЗ, предусмотренной требованиями их классификации по защитным свойствам.

При оценке обеспеченности работников СИЗ одновременно производится проверка наличия сертификата соответствия СИЗ при условии включения СИЗ в Номенклатуру продукции и услуг (работ), подлежащих обязательной сертифи-

кации, и номенклатуру продукции, соответствие которой может быть подтверждено декларацией о соответствии, утвержденной постановлением Госстандарта России от 30 июля 2002 года № 64 [9].

Результаты оценки обеспечения работников средствами индивидуальной защиты оформляется в виде протокола согласно [3, 5] и вносятся в строку 30-ю и строку 90-ю Карты аттестации рабочего места по условиям труда (см. рис. 5.4, рис. 5.5).

5.3.4. Результаты оценки фактического состояния условий труда по степени вредности и опасности

Заполненная строка 030 Карты аттестации рабочих(его) мест(а) по условиям труда краткими выводами по оценкам воздействия на работника за рабочую смену опасных и вредных производственных факторов и травмобезопасности позволяет определить окончательный класс условий труда по комплексному воздействию всех факторов, а именно:

- класс 1 (оптимальные условия труда);
- класс 2 (допустимые условия труда);
- класс 3 (вредные условия труда), при этом устанавливается класс вредности – 3.1, 3.2, 3.3 или 3.4;
- класс 4 (опасные условия труда)

Одновременно оцениваются и краткие выводы по травмобезопасности рабочего места установлением класса по степени травмобезопасности:

- 1 (первый) – оптимальный (на рабочем месте не выявлено ни одного нарушения требований охраны труда, отобранных для оценки травмобезопасности; не производятся работы, связанные с ремонтом производственного оборудования, зданий и сооружений, работы повышенной опасности и другие работы, требующие специального обучения по охране труда);
- 2 (второй) – допустимый (на рабочем месте не выявлено ни одного нарушения требований охраны труда, отобранных для оценки травмобезопасности; производятся работы, связанные с ремонтом производственного оборудования, зданий и сооружений, работы повышенной опасности и другие работы, требующие специального обучения по охране труда; эксплуатация производственного оборудования с превышенным сроком службы (выработанным ресурсом), если это не запрещено специальными требованиями безопасности на это оборудование; выявлены повреждения и (или) неисправности средств защиты, не снижающие их защитных функций);
- 3 (третий) – опасный (на рабочем месте выявлено одно и более нарушение требований охраны труда, отобранных для оценки травмобезопасности).

Результаты оценки фактического состояния условий труда на рабочем месте заносятся в Карту аттестации рабочих мест по условиям труда (см. рис. 5.4).

Аттестационной комиссией дается заключение о результатах аттестации (см. рис. 5.5).

При отсутствии на рабочем месте опасных и вредных производственных факторов или соответствии их фактических значений оптимальным или допустимым величинам, а также при выполнении требований по травмобезопасности и обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты, считается, что условия труда на рабочем месте отвечают гигиеническим требованиям и требованиям безопасности. Рабочее место признается аттестованным соответственно с классом 1 или 2 с оценкой «соответствует требованиям обеспеченности СИЗ».

В случаях, когда на рабочем месте фактические значения вредных и (или) опасных производственных факторов не соответствуют существующим нормам и (или) требованиям по травмобезопасности и (или) обеспеченности работников СИЗ признается аттестованным: по вредности и опасности факторов производственной среды и трудового процесса с классами 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4; по травмобезопасности с классом 3; по обеспеченности СИЗ с оценкой «не соответствует требованиям обеспеченности СИЗ».

При отнесении условий труда на рабочем месте к классу 4 (опасному) в организации незамедлительно разрабатывается комплекс мер, направленных на снижение уровня воздействия опасных факторов производственной среды и трудового процесса либо на уменьшение времени их воздействия.

5.4. Реализация результатов аттестации рабочих мест по условиям труда

По результатам аттестации рабочих мест по условиям труда заполняются:

- ведомость рабочих мест (РМ) и результатов их аттестации по условиям труда в подразделении, в которую включаются сведения об аттестуемых рабочих местах и условиях труда на них, количестве занятых в этих условиях работниках, обеспеченности их средствами индивидуальной защиты;
- сводная ведомость рабочих мест (РМ) и результатов их аттестации по условиям труда в организации, где указывается количество рабочих мест по структурным подразделениям и в целом по организации, количество рабочих мест, на которых проведена аттестация с распределением их по классам условий труда, количество работников, занятых на рабочих местах, на которых проведена аттестация, сведения об обеспечении работников средствами индивидуальной защиты;
- план мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда по структурным подразделениям и по предприятию в целом.

По завершении работы аттестации рабочих мест по условиям труда руководитель организации издает приказ, в котором дается оценка проведенной работы, и утверждаются ее результаты.

Информация о результатах аттестации доводится до сведения работников организации.

Документы аттестации рабочих мест по условиям труда рекомендуется хранить в организации в течение 45 лет [3].

После проведения аттестации рабочих мест по условиям труда работодатель направляет: перечень рабочих мест, ведомости рабочих мест подразделений ор-

ганизации и результатов их аттестации по условиям труда, сводную ведомость рабочих мест организации и результатов их аттестации по условиям труда, включая информацию об Аттестующей организации, в государственную инспекцию труда в субъекте Российской Федерации (территориальный орган Федеральной службы по труду и занятости по государственному надзору и контролю за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права).

5.5. Получение скидок по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда

Каждое предприятие Российской Федерации согласно [4] ежегодно выплачивает страховые взносы по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в Фонд социального страхования.

В настоящее время Правительством РФ определен механизм по получению скидок до 40% от страховых средств, ежегодно выплачиваемых предприятием за работы по охране труда. К таким работам относится проведенная в организации на не менее чем 30% общей численности рабочих мест аттестация рабочих мест по условиям труда. При этом не учитываются классы условий труда аттестованных мест.

В соответствии с п.2 Постановления Правительства Российской Федерации от 7 февраля 2003 года № 82 [7] установлен перечень предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников, частично финансируемых за счет страховых взносов по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Этот перечень включает:

1) проведение обязательных периодических медицинских осмотров работников, занятых на работах с вредными и опасными производственными факторами.

2) оплату стоимости путевок на профилактическое санаторно-курортное оздоровление работников, занятых на работах с вредными и опасными производственными факторами.

3) оплату расходов на приобретение работникам, занятым на работах с вредными и опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях, сертифицированных средств индивидуальной защиты по установленным нормам.

4) проведение аттестации рабочих мест по условиям труда, сертификации работ по охране труда.

5) приобретение приборов контроля за состоянием условий труда.

5.6. Сертификация работ по охране труда

Согласно ТК РФ (статья 212) «Работодатель обязан обеспечить … проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией организации работ по охране труда» [2].

Сертификация работ по охране труда — выдача специального свидетельства (сертификата) после проверки и оценки соответствия деятельности работодателя по обеспечению охраны труда государственным нормативным требованиям охраны труда с учетом проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и особенностей организации работ по охране труда в отраслях экономики.

Система сертификации работ по охране труда в организациях, введенная Министерством труда и социального развития Российской Федерации [8], (далее – ССОТ), является частью единой системы сертификации в России.

Основной целью ССОТ, является содействие методами и средствами сертификации поэтапному решению проблемы создания здоровых и безопасных условий труда на основе их достоверной оценки, а также учета результатов сертификации при реализации механизма экономической заинтересованности работодателей в улучшении условий труда.

ССОТ направлена на создание работодателями условий по охране труда (для деятельности организаций на едином рынке труда Российской Федерации) и призвана способствовать реализации государственной социальной политики по предоставлению гарантий государства работникам организаций на безопасные условия труда в соответствии с действующим законодательством.

Объектами сертификации в ССОТ являются работы по охране труда, выполняемые организациями независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, в том числе:

- деятельность работодателя по обеспечению безопасных условий труда в организации;
- деятельность службы охраны труда;
- работы по проведению аттестации рабочих мест по условиям труда;
- организация и проведение инструктажа по охране труда работников и проверки их знаний требований охраны труда.

Организационную структуру ССОТ, обеспечивающую ее деятельность, образуют Минздравсоцразвития; Центральный орган ССОТ; центральные органы отраслевых подсистем ССОТ; аккредитованные органы по сертификации; аккредитованные испытательные лаборатории (центры).

Сертификацию работ по охране труда осуществляют органы по сертификации на основании заявления от организации. Органы по сертификации сертифицируют работы по охране труда и выдают сертификат безопасности (сертификат соответствия организации работ по охране труда трёх категорий), который представляет собой документ, удостоверяющий соответствие проводимых работодателем работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда (рис. 5.6).

МИНИСТЕРСТВО ТРУДА И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Система сертификации работ по охране труда в организациях

_____

(наименование и код органа по сертификации)

СЕРТИФИКАТ БЕЗОПАСНОСТИ № _____

ССОТ

ВЫДАН
«__» _____200__г.

ДЕЙСТВИТЕЛЕН ДО
«__» _____200__г.

1. _____
_____
(наименование и адрес организации)

Код организации по ОКПО
Код отрасли по ОКОНХ

2. Настоящий сертификат безопасности удостоверяет, что работы по охране труда в (на) _____
_____
(наименование организации)

соответствуют установленным государственным нормативным требованиям охраны труда _____
_____
(указываются конкретные нормативные правовые акты по охране труда или дается ссылка на прилагаемый их перечень)

3. Контрольные выборочные измерения и оценки параметров опасных и вредных производственных факторов выполнены (для схемы 2.1)

4. Процедурами сертификации работ по охране труда в организации подтверждены следующие итоги аттестации рабочих мест по условиям труда:

Количество рабочих мест, работников							
	всего	в т. ч. с классами условий труда					
		оптимальными и допустимыми	вредными и опасными				травмоопасными
		1 и 2	3.1	3.2	3.3	3.4	3
Количество рабочих мест							
Количество работников							

5. Сертификат безопасности выдан на основании акта проверки и оценки работ по охране труда от _____№ _____

Руководитель
органа по сертификации _____ _____
(подпись) *(инициалы, фамилия)*

Печать

Зарегистрирован в Государственном реестре «__» _____200__г.
№ _____

Рис. 5.6. Сертификат соответствия организации работ по охране труда

Для получения сертификата любой категории, помимо результатов аттестации рабочих мест заявителю необходимо:

- иметь Программу мероприятий по улучшению условий и охраны труда;
- иметь службу охраны труда;
- организовать регулярное обучение работающих по охране труда;
- иметь положительное заключение от территориальных органов надзора.

Сертификацию работ по охране труда проводят по схемам (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Состав схем сертификации

Номер схемы	Оценка выполнения работ	Проверка (измерения) результатов работ	Инспекционный контроль сертифицированных работ
2.1	Оценка проведения работ по охране труда	Оценка организации работ по охране труда и достоверности результатов аттестации рабочих мест по условиям труда с проведением выборочных контрольных измерений и оценок	Контроль соответствия работ по охране труда установленным государственным нормативным требованиям охраны труда
2.2	Оценка проведения работ по охране труда	Оценка организации работ по охране труда и материалов аттестации рабочих мест по условиям труда без проведения выборочных контрольных измерений и оценок	Контроль соответствия работ по охране труда установленным государственным нормативным требованиям охраны труда
6	–	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами	Контроль соответствия работ по охране труда установленным государственным нормативным требованиям охраны труда

По схеме 2.2 осуществляется оценка организации работ по охране труда и материалов аттестации рабочих мест по условиям труда без проведения выборочных контрольных измерений и оценок в случаях, когда, результаты аттестации рабочих мест основаны на данных измерений и оценок, выполненных аккредитованными в Системе сертификации испытательными (измерительными, исследовательскими) лабораториями.

Схема 6 основана на использовании декларации о соответствии с прилагаемыми к ней документами, подтверждающими соответствие работ по охране труда установленным требованиям (применяется после принятия соответствующих нормативных правовых актов, утвержденных Правительством Российской Федерации).

При сертификации по схеме 2.1 для определения количества рабочих мест, на которых следует провести необходимые контрольные измерения и оценки, комиссия органа по сертификации проводит отбор рабочих мест по табл. 5.2.

Таблица 5.2

Количество отбираемых рабочих мест для целей сертификации

Количество рабочих мест, предъявленных на сертификации	Количество рабочих мест, отбираемых для процедуры сертификации
До 10	3
От 11 до 100	3 – 10
От 101 до 500	10 – 30
От 501 до 1000	30 – 50
Более 1000	Более 50

Установлены три категории сертификата соответствия (безопасности) в зависимости от результатов аттестации (табл. 5.3)

Таблица 5.3

Категория сертификата	Результаты аттестации и переаттестации рабочих мест
I	Аттестовано не менее 90 % имеющихся рабочих мест, на остальные представлены документы, обеспечивающие их переаттестацию в течение 6 месяцев после выдачи сертификата
II	Аттестовано не менее 75 % имеющихся рабочих мест, на остальные представлены документы, обеспечивающие их переаттестацию в течение 1-го года после выдачи сертификата
III	Аттестовано не менее 50 % имеющихся рабочих мест, на остальные представлены документы, обеспечивающие их переаттестацию в течение 2-х лет после выдачи сертификата

Организация, получившая сертификат соответствия организации работ по охране труда, имеет право использовать знак соответствия системы ССОТ (рис. 5.7) в рекламных и печатных изданиях, в порядке установленном Минтрудом РФ.

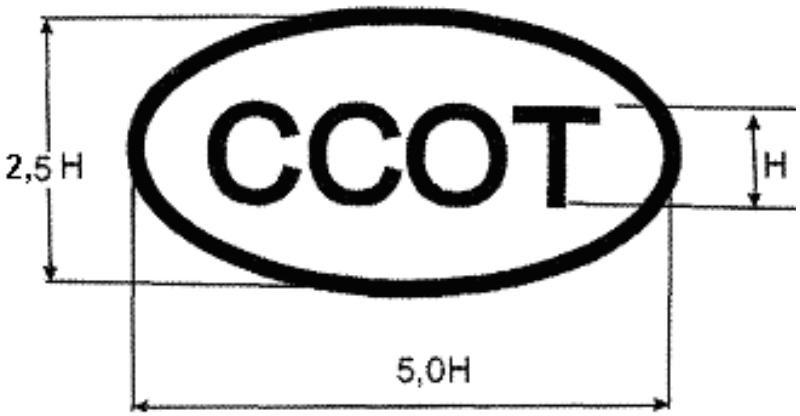


Рис. 5.7. Форма и размеры знака
соответствия работ по охране труда

Срок действия сертификата устанавливает орган по сертификации с учетом результатов сертификации, сроков действия государственных нормативных требований охраны труда и даты завершения аттестации рабочих мест по условиям труда, но не более 5-ти лет.

Контрольные вопросы к главе 5

1. В чем заключается экономическая заинтересованность предприятия в проведении аттестации рабочих мест по условиям труда?
2. Кто несет ответственность согласно Трудовому Кодексу РФ за обеспечение безопасных условий и охраны труда в организации?
3. Кто может входить в состав членов аттестационной комиссии организации?
4. Какой документ по результатам оценки фактического состояния условий труда оформляется на каждое рабочее место?
5. Что понимается под «аттестованным рабочим местом»?
6. Что означает понятие «сертификат соответствия организации работ по охране труда» (сертификат безопасности)?
7. От чего зависит категория сертификата безопасности?
8. Что необходимо для получения сертификата безопасности любой категории помимо аттестации рабочих мест?
9. Кто проводит сертификацию работ по охране труда в организации?

Библиографический список к главе 5

1. Конституция Российской Федерации (с комментарием) (с изменениями на 12 июля 2006 года). – М.: Изд-во «Экзамен», 2004. – 64 с.
2. Трудовой Кодекс Российской Федерации. Федеральный закон № 197-ФЗ от 30 декабря 2001 г., (с изменениями на 30 декабря 2006 г.) – М.: МЦФЭР, 2002. – 188 с.

3. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Приложение к приказу Минздравсоцразвития России от 31 августа 2007 г. № 569 «Об утверждении Порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда» // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти – № 10. – 10.03.2008.

4. Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (с изменениями на 29 декабря 2006 г.). – Федеральный закон № 125-ФЗ от 24 июля 1998 г.

5. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. – Вып. 3 (21). – Сентябрь 2005 г.

6. Оценка травмобезопасности рабочих мест для целей их аттестации по условиям труда. Методические указания. – Приказ Минтруда России от 30.07.1999 № МУ ОТ РМ 02-99.

7. Об утверждении перечня предупредительных мер на 2003 год по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников, частично финансируемых за счет страховых взносов по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. – Письмо ФСС России от 04.03.2003 № 02-10/07-1350 // Законодательство для бухгалтера. – 2003. – № 6.

8. Постановление Минтруда РФ от 24 апреля 2002 г. № 28 «О создании Системы сертификации работ по охране труда в организациях».

9. О Номенклатуре продукции и услуг (работ), подлежащих обязательной сертификации и Номенклатуре продукции, соответствие которой может быть подтверждено декларацией о соответствии (с изменениями на 1 января 2007 г.). – Постановление Госстандарта России от 30.07.2002 № 64. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

Глава 6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1. Структура государственных органов по обеспечению безопасности жизнедеятельности

Проводимая административная реформа системы государственного управления внесла существенные коррективы в организацию управления безопасностью жизнедеятельности и распределение полномочий между федеральными органами исполнительной власти. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации в систему федеральных органов исполнительной власти входят федеральные министерства, федеральные службы и федеральные агентства. Указом установлено, что функции федерального органа исполнительной власти, руководство деятельностью которого осуществляет Президент Российской Федерации, определяются Указом Президента Российской Федерации, функции федерального органа исполнительной власти, руководство деятельностью которого осуществляет Правительство Российской Федерации, – Постановлением Правительства Российской Федерации (ПП РФ). Структура ряда федеральных органов исполнительной власти по обеспечению безопасности жизнедеятельности, руководство деятельностью которых осуществляет Правительство РФ, и наделенных функциями по принятию нормативных правовых актов, по контролю и надзору, правоприменительными функциями представлена в табл. 6.1.

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере охраны окружающей среды. Министерство определяет порядок ведения кадастра особо охраняемых территорий; государственного кадастра отходов производства и потребления; паспортизации, государственного реестра объектов размещения отходов, выдачи сертификатов, подтверждающих соответствие содержания загрязняющих веществ в выбросах транспортных средств; проверок на соответствие выбросов техническим нормативам; государственного учета юридических лиц, осуществляющих выбросы в атмосферный воздух; государственного мониторинга атмосферного воздуха и др.

В ведении Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации находятся Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору и Федеральная служба по надзору в сфере природопользования.

Таблица 6.1

Федеральные органы исполнительной власти Российской Федерации, осуществляющие деятельность в сфере охраны труда, промышленной и экологической безопасности, руководство деятельностью которых осуществляет Правительство РФ

Министерства РФ	Федеральные службы и агентства
Министерство здравоохранения и социального развития	Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
	Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития
	Федеральная служба по труду и занятости
	Федеральное медико-биологическое агентство
Министерство природных ресурсов и экологии	Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
	Федеральная служба по надзору в сфере природопользования
	Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору
	Федеральное агентство водных ресурсов
	Федеральное агентство по недропользованию
Министерство промышленности и торговли	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Министерство сельского хозяйства	Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору
	Федеральное агентство лесного хозяйства
Министерство транспорта	Федеральная аэронавигационная служба
	Федеральная служба по надзору в сфере транспорта
	Федеральное агентство воздушного транспорта
	Федеральное дорожное агентство
	Федеральное агентство железнодорожного транспорта
	Федеральное агентство морского и речного транспорта
Министерство экономического развития	Федеральная служба государственной статистики
	Федеральная регистрационная служба
	Федеральное агентство геодезии и картографии
	Федеральное агентство по государственным резервам
	Федеральное агентство кадастра объектов недвижимости
	Федеральное агентство по управлению государственным имуществом

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации [1] ***Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору*** (Ростехнадзор) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, промышленной безопасности, безопасности при использовании атомной энергии, безопасности электрических и тепловых установок и сетей (кроме бытовых установок и сетей), безопасности гидротехнических сооружений, безопасности производства, хранения и применения взрывчатых материалов промышленного назначения, а также специальные функции в области государственной безопасности в указанной сфере, в сфере охраны окружающей среды в части, касающейся ограничения негативного техногенного воздействия, а также функции по организации и проведению государственной экологической экспертизы федерального уровня.

Служба выдает разрешения [2]:

- на право ведения работ в области использования атомной энергии работникам объектов использования атомной энергии;
- на применение конкретных видов (типов) технических устройств на опасных производственных объектах;
- на эксплуатацию поднадзорных гидротехнических сооружений;
- на выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду и на вредные физические воздействия на атмосферный воздух;
- на трансграничное перемещение отходов, озоноразрушающих веществ и содержащей их продукции;
- на ввоз в Российскую Федерацию, вывоз из Российской Федерации и транзит через территорию Российской Федерации ядовитых веществ.

Служба утверждает нормативы образования отходов и лимиты на их размещение, регистрирует опасные производственные объекты и ведет государственный реестр таких объектов; ведет государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и вредное воздействие на атмосферный воздух; ведет государственный кадастр отходов и государственный учет в области обращения с отходами, а также проводит работу по паспортизации опасных отходов; проводит проверки (инспекции) соблюдения юридическими и физическими лицами требований законодательства Российской Федерации; руководит в составе единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций деятельностью функциональных подсистем контроля за химически опасными и взрывоопасными объектами, а также за ядерно и радиационно опасными объектами.

Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) осуществляет функции по надзору и контролю [3]:

- в области охраны, использования и воспроизводства объектов животного мира, находящихся на особо охраняемых природных территориях федерального значения, а также среды их обитания;

- в области организации и функционирования особо охраняемых природных территорий федерального значения;
- за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр;
- за использованием и охраной водных объектов;
- за соблюдением законодательства Российской Федерации и международных норм и стандартов в области морской среды и природных ресурсов внутренних морских вод, территориального моря, в исключительной экономической зоне и на континентальном шельфе;
- за соблюдением требований законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды, в том числе в области охраны атмосферного воздуха и обращения с отходами (за исключением радиоактивных отходов);
- за использованием, охраной, защитой, воспроизводством лесов на землях особо охраняемых природных территорий федерального значения.

Кроме того, к полномочиям Службы относятся [4]:

- осуществление государственного лесного контроля и надзора в отношении отдельных объектов лесопользования, а также пожарного надзора в лесах;
- утверждение лесохозяйственных регламентов;
- приостановление использования лесов и др.

Росприроднадзор выдает лицензии на добывание объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу РФ; оборот диких животных, принадлежащих к видам, занесенным в Красную книгу РФ; добывание объектов животного мира, не отнесенных к объектам охоты и рыболовства, и пользование ими; ввоз (вывоз) в Российскую Федерацию диких животных, их частей и полученной из них продукции (кроме объектов охоты и рыболовства) и др.

Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздрасоцразвития РФ) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере здравоохранения, социального развития, труда и защиты прав потребителей.

Функции Министерства труда и социального развития (Минтруд РФ) перешли к ***Федеральной службе по труду и занятости*** в составе Минздравсоцразвития РФ [5].

Федеральная служба по труду и занятости является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере труда, занятости и альтернативной гражданской службы, по оказанию государственных услуг в сфере содействия занятости населения и защиты от безработицы, трудовой миграции и урегулирования коллективных трудовых споров. К приоритетному направлению деятельности Службы отнесено осуществление государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, установленного порядка расследования и учета несчастных случаев на производстве.

В составе Федеральной службы по труду и занятости действует ***Государственная инспекция труда*** (Рострудинспекция), которая:

- осуществляет надзор и контроль за соблюдением трудового законодательства и правил охраны труда во всех организациях, у всех работодателей на территории Российской Федерации;
- устанавливает порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве;
- осуществляет контроль за обеспечением государственных гарантий в области занятости населения;
- оказывает услуги в организации профессиональной ориентации граждан в целях выбора сферы деятельности трудоустройства, профессионального обучения;
- осуществляет проверку, обследование, выдачу обязательных для исполнения предписаний об устранении нарушений, привлечение виновных к ответственности; рассмотрение дел об административных правонарушениях;
- принимает меры по устранению обстоятельств и причин выявленных нарушений и восстановлению нарушенных трудовых прав граждан;
- проводит анализ состояния и причин производственного травматизма и разработку предложений по его профилактике.

Государственные инспектора труда являются федеральными государственными служащими и при исполнении своих обязанностей имеют право:

- беспрепятственно в любое время суток при наличии удостоверений установленного образца посещать в целях проведения инспекции организации всех организационно-правовых форм;
- осуществлять в установленном порядке проверки и расследование причин нарушений законодательства Российской Федерации о труде и охране труда;
- запрашивать и безвозмездно получать от руководителей и иных должностных лиц организаций, органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, работодателей (их представителей) документы, объяснения, информацию, необходимые для осуществления своих полномочий;
- предъявлять работодателям (их представителям) обязательные для исполнения предписания об устранении нарушений законодательства Российской Федерации о труде и охране труда, о восстановлении нарушенных прав граждан с предложениями о привлечении виновных в этих нарушениях к дисциплинарной ответственности или отстранении их в установленном порядке от должности;
- привлекать к административной ответственности виновных в нарушении законодательства РФ о труде и охране труда;
- по результатам проверок передавать материалы по фактам нарушений законодательства РФ о труде и охране труда в правоохранительные органы о привлечении виновных лиц к уголовной ответственности, а также предъявлять иски в суд.

Государственный инспектор труда обязан соблюдать ратифицированную Россией Конвенцию МОТ № 81, и в частности ее ст. 15, которая запрещает участвовать прямо или косвенно в делах подконтрольных им предприятий; обязывает инспекторов под угрозой уголовного или дисциплинарного наказания не разглашать даже после ухода с должности производственные или коммерческие тайны, производственные процессы, с которыми инспектор труда мог ознакомиться при осуществлении своих функций; обязывает их не разглашать источник всякой жалобы на недостатки или нарушения и воздерживаться от сообщения предпринимателю или его представителю о том, что инспекционное посещение, проверка были произведены в связи с получением такой жалобы.

Государственный инспектор труда обязан при инспекционной проверке соблюдать предписания [6]: посещать подконтрольные объекты для проверки только во время исполнения служебных обязанностей с предъявлением соответствующего распоряжения органа надзора.

Общественный контроль за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда осуществляется профессиональными союзами и иными уполномоченными работниками представительными органами, которые вправе создавать в этих целях собственные инспекции, а также избирать уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов.

Профессиональные союзы в лице их соответствующих органов и иные уполномоченные работниками представительные органы имеют право:

- осуществлять контроль за соблюдением работодателями законодательства об охране труда;
- проводить независимую экспертизу условий труда и обеспечения безопасности работников организации;
- принимать участие в расследовании несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также осуществлять их самостоятельное расследование;
- получать информацию от руководителей и иных должностных лиц организаций об условиях и охране труда, а также обо всех несчастных случаях на производстве и профессиональных заболеваниях;
- предъявлять требования о приостановлении работ в случаях угрозы жизни и здоровью работников;
- осуществлять выдачу работодателям обязательных к рассмотрению представлений об устранении выявленных нарушений требований охраны труда;
- осуществлять проверку условий и охраны труда, выполнения обязательств работодателей по охране труда, предусмотренных коллективными договорами и соглашениями;
- принимать участие в работе комиссий по испытаниям и приемке в эксплуатацию производственных объектов и средств производства в качестве независимых экспертов;

• принимать участие в разработке проектов подзаконных нормативных правовых актов об охране труда, а также согласовывать их в установленном Правительством Российской Федерации порядке;

• принимать участие в рассмотрении трудовых споров, связанных с нарушением законодательства об охране труда, обязательств, предусмотренных коллективными договорами и соглашениями, а также с изменениями условий труда.

Вопросы по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения возложены на ***Федеральную службу по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека*** [7]. Федеральная служба является уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, защиты прав потребителей и потребительского рынка. Служба осуществляет санитарно-карантинный контроль в пунктах пропуска через государственную границу, выдает лицензии в области использования источников ионизирующего излучения.

Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития осуществляет надзор и контроль за соблюдением государственных стандартов социального обслуживания. Осуществляет надзор за фармацевтической деятельностью и соблюдением государственных стандартов на продукцию медицинского назначения, контроль над порядком – производства медицинской экспертизы; установления степени утраты профессиональной трудоспособности в результате несчастного случая и профессионального заболевания; организации и осуществления медико-социальной экспертизы, а также реабилитацией инвалидов; осуществления судебно-медицинской и судебно психиатрической экспертиз.

В ведении ***Министерства промышленности и торговли Российской Федерации*** находится Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Министерство является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом в сфере технического регулирования и метрологии [8].

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии организует экспертизу и подготовку заключений по проектам федеральных целевых программ, экспертизу проектов национальных стандартов; проведение испытаний, поверки средств и утверждение типа средств измерений; сбор и обработку информации о случаях причинения вреда вследствие нарушения требований технических регламентов, а также информирование приобретателей, изготовителей и продавцов по вопросам соблюдения требований технических регламентов.

Федеральное агентство осуществляет:

• опубликование проектов технических регламентов, а также заключений экспертных комиссий по техническому регулированию на проекты технических регламентов;

• опубликование национального стандарта, перечня национальных стандартов, которые могут на добровольной основе применяться для соблюдения требований технических регламентов, национальных стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации и их распространение;

• руководство деятельностью Государственной метрологической службы, Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, Государственной службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов, Государственной службы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов;

• создание технических комитетов по стандартизации и координацию их деятельности, принятие программы разработки и утверждение национальных стандартов и др.

Главным законом, регулирующим требования безопасности к продукции, процессам, выполнению работ и оказанию услуг является ***Закон о техническом регулировании*** [9].

Закон о техническом регулировании осуществляет правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции и к связанным с ними процессам (проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации), выполнению работ или оказанию услуг, а также правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

В соответствии с законом правовое регулирование осуществляется на основе технических регламентов, документов, которые устанавливают обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, зданиям, строениям, сооружениям, процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации). Технический регламент должен содержать перечень и (или) описание объектов технического регулирования, требования к этим объектам, правила и формы оценки соответствия.

Технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие биологическую, механическую, пожарную, промышленную, химическую, термическую, ядерную, радиационную безопасность, а также взрывобезопасность, электромагнитную совместимость в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования, безопасность излучений и единство измерений.

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов осуществляется федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, подведомственными им государственными учреждениями, уполномоченными на проведение государственного контроля (надзора) в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Руководство деятельностью ***Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации послед-***

ствий стихийных бедствий (МЧС России), в отличие от вышеперечисленных министерств осуществляет Президент РФ. Министерство является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах [10].

МЧС России осуществляет свою деятельность через региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий; Государственную противопожарную службу Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (Государственная противопожарная служба); войска гражданской обороны; Государственную инспекцию по маломерным судам Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (Государственная инспекция по маломерным судам); аварийно-спасательные и поисково-спасательные формирования, образовательные, научно-исследовательские, медицинские, санаторно-курортные и иные учреждения и организации, находящиеся в ведении МЧС России.

Контрольные вопросы к пункту 6.1

1. Какие службы находятся в ведении Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации?
2. Какие службы находятся в ведении Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации?
3. Какие функции по контролю и надзору осуществляет Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору?
4. Какие функции осуществляет Федеральная служба по труду и занятости?
5. Перечислить функции Государственной инспекции труда?
6. Через какие службы осуществляет свою деятельность МЧС России?

Библиографический список к пункту 6.1

1. Указ Президента РФ от 09.03.2004 г. № 314 «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти» (в ред. от 20 мая 2004).
2. ПП РФ от 30.07.2004 № 401 «О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» (с изм. от 29.05.2008).
3. ПП РФ от 30.07.2004 № 400 «Об утверждении Положения о Федеральной службе по надзору в сфере природопользования и внесении изменений в ППРФ от 22.07.2004 № 370».
4. ПП РФ от 24.05.2007 № 315 «О полномочиях Федеральной службы по надзору в сфере природопользования в области лесных отношений».

5. ПП РФ от 30.06.2004 г. № 324 «Об утверждении положения о Федеральной службе по труду и занятости».

6. Федеральный закон от 8 августа 2001 г. № 134-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)».

7. Положение от 30 июня 2004 г. № 322 «О Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека».

8. ПП РФ от 17.06.2004 № 294 «О Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии» (с изм. на 7 ноября 2008 года).

9. Федеральный закон от 31.12. 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

10. Положение от 11 июля 2004 года № 868 «О Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (с изм. на 17 ноября 2008).

6.2. Обеспечение охраны труда в организации

Конституция Российской Федерации в качестве одного из основных прав граждан закрепила право на охрану здоровья, а также право работника на здоровье и безопасные условия труда. Охрана труда регулируется Трудовым кодексом Российской Федерации [1]**.**

Согласно Трудовому кодексу требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Установлены правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Несоблюдение работодателями требований охраны труда ухудшает условия труда, повышает уровень производственного травматизма и профессиональных заболеваний, что ухудшает демографическую ситуацию в Российской Федерации и приводит к значительным экономическим потерям.

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются (ст. 210):

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
- принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации об охране труда, а также федеральных целевых, отраслевых целевых и территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда;
- государственное управление охраной труда;
- государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда;
- государственная экспертиза условий труда;

- установление порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и порядка подтверждения соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда;
- профилактика несчастных случаев и повреждения здоровья работников;
- организация государственной статистической отчетности об условиях труда, а также о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;
- расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными или опасными условиями труда;
- распространение передового отечественного и зарубежного опыта работы по улучшению условий и охраны труда;
- организация государственной статистической отчетности об условиях труда, о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;
- международное сотрудничество в области охраны труда;
- проведение эффективной налоговой политики, стимулирующей создание безопасных условий труда, разработку и внедрение безопасных техники и технологий, производство средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей.

Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда

Каждый работник имеет право (ст. 219):

- на рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- на получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов;

- на отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- на обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты работников в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- на обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- на профессиональную переподготовку за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;
- на запрос о проведении проверки условий и охраны труда на его рабочем месте органами государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда или органами общественного контроля за соблюдением требований охраны труда;
- на личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или его профессионального заболевания;
- на внеочередной медицинский осмотр (обследование) в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанного медицинского осмотра;
- на компенсации, установленные законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации, коллективным договором (соглашением), трудовым договором (контрактом), если он занят на тяжелых работах и работах с вредными или опасными условиями труда.

Повышенные или дополнительные компенсации за работу на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

В случае обеспечения на рабочих местах безопасных условий труда, подтвержденных результатами аттестации рабочих мест по условиям труда или заключением государственной экспертизы условий труда, компенсации работникам не устанавливаются.

Условия труда, предусмотренные трудовым договором, должны соответствовать требованиям охраны труда.

На время приостановления работ в связи с приостановлением деятельности или временным запретом деятельности вследствие нарушения государственных нормативных требований охраны труда не по вине работника за ним сохраняются место работы (должность) и средний заработок. На это время работник с его согласия может быть переведен работодателем на другую работу с оплатой труда по выполняемой работе, но не ниже среднего заработка по прежней работе.

При отказе работника от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья (за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами) работодатель обязан предоставить работнику другую работу на время устранения такой опасности.

В случае необеспечения работника средствами индивидуальной и коллективной защиты работодатель не имеет права требовать от работника исполнения трудовых обязанностей и обязан оплатить возникший по этой причине простой в соответствии с настоящим Кодексом.

Отказ работника от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда либо от выполнения тяжелых работ и работ с вредными и (или) опасными условиями труда, не предусмотренных трудовым договором, не влечет за собой привлечения его к дисциплинарной ответственности.

В случае причинения вреда жизни и здоровью работника при исполнении им трудовых обязанностей возмещение указанного вреда осуществляется в соответствии с федеральным законом.

Служба охраны труда в организации

В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением у каждого работодателя, осуществляющего производственную деятельность, численность работников которого превышает 50 человек, создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

Работодатель, численность работников которого не превышает 50 человек, принимает решение о создании службы охраны труда или введении должности специалиста по охране труда с учетом специфики своей производственной деятельности.

При отсутствии у работодателя службы охраны труда, штатного специалиста по охране труда их функции осуществляют работодатель – индивидуальный предприниматель (лично), руководитель организации, другой уполномоченный работодателем работник либо организация или специалист, оказывающие услуги в области охраны труда, привлекаемые работодателем по гражданско-правовому договору. Организации, оказывающие услуги в области охраны труда, подлежат обязательной аккредитации. Перечень услуг, для оказания которых необходима аккредитация, и правила аккредитации устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

Структура службы охраны труда в организации и численность работников службы охраны труда определяются работодателем с учетом рекомендаций федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

В соответствии со ст. 218 в организации по инициативе работодателя и (или) по инициативе работников либо их представительного органа создаются комитеты (комиссии) по охране труда. В их состав на паритетной основе входят представители работодателя и представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников. Типовое положение о комитете (комиссии) по охране труда утверждается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

Комитет (комиссия) по охране труда организует совместные действия работодателя и работников по обеспечению требований охраны труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также организует проведение проверок условий и охраны труда на рабочих местах и информирование работников о результатах указанных проверок, сбор предложений к разделу коллективного договора (соглашения) об охране труда [2].

Обязанности работодателя и работника в области охраны труда

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда в организации возлагаются на работодателя. Работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве сырья и материалов;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права;
- приобретение и выдачу за счет собственных средств сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, проведение инструктажа по охране труда, стажировки на рабочем месте и проверки знания требований охраны труда;
- недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;
- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты;
- проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией организации работ по охране труда;
- в случаях, предусмотренных трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, организовы-

вать проведение за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований работников, внеочередных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований работников по их просьбам в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований;

- недопущение работников к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований, а также в случае медицинских противопоказаний;
- информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников при возникновении таких ситуаций, в том числе по оказанию пострадавшим первой помощи;
- расследование и учет в установленном настоящим Кодексом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации порядке несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- санитарно-бытовое и лечебно-профилактическое обслуживание работников в соответствии с требованиями охраны труда, а также доставку работников, заболевших на рабочем месте, в медицинскую организацию в случае необходимости оказания им неотложной медицинской помощи;
- беспрепятственный допуск должностных лиц федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных на проведение государственного надзора и контроля, органов Фонда социального страхования Российской Федерации, а также представителей органов общественного контроля в целях проведения проверок условий и охраны труда и расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- выполнение предписаний должностных лиц федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных на проведение государственного надзора и контроля, и рассмотрение представлений органов общественного контроля в установленные настоящим Кодексом, иными федеральными законами сроки;
- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- ознакомление работников с требованиями охраны труда;
- разработку и утверждение правил и инструкций по охране труда для работников с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организа-

ции или иного уполномоченного работниками органа в порядке, установленном статьей 372 настоящего Кодекса для принятия локальных нормативных актов;

- наличие комплекта нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда в соответствии со спецификой своей деятельности.

Работник обязан:

- соблюдать требования охраны труда;
- правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;
- проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда;
- немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления);
- проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования), а также проходить внеочередные медицинские осмотры (обследования) по направлению работодателя в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

Соответствие производственных объектов и продукции государственным нормативным требованиям охраны труда

Согласно ст. 215 машины, механизмы и другое производственное оборудование, транспортные средства, технологические процессы, материалы и химические вещества, средства индивидуальной и коллективной защиты работников, в том числе иностранного производства, должны соответствовать государственным нормативным требованиям охраны труда и иметь декларацию о соответствии и (или) сертификат соответствия [3].

Запрещаются техническое переоснащение производственных объектов, производство и внедрение новой техники, внедрение новых технологий без заключений государственной экспертизы условий труда о соответствии машин, механизмов и другого производственного оборудования, технологических процессов требованиям охраны труда.

Оценка соответствия проектов строительства, реконструкции, капитального ремонта производственных объектов требованиям охраны труда осуществляется путем проведения государственной экспертизы проектной документации и осуществления государственного строительного надзора в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности.

Запрещаются применение в производстве вредных или опасных веществ, материалов, продукции, товаров и оказание услуг, для которых не разработаны методики и средства метрологического контроля и токсикологическая (санитарно-гигиеническая, медико-биологическая) оценка которых не проводилась.

В случае использования новых или не применявшихся у работодателя ранее вредных или опасных веществ он обязан до начала использования указанных веществ разработать и согласовать с соответствующими федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими функции по контролю и надзору в установленной сфере деятельности, меры по сохранению жизни и здоровья работников.

Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, лечебно-профилактическим питанием и обслуживанием

На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются сертифицированные специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами, которые устанавливаются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

Работодатель за счет своих средств обязан в соответствии с установленными нормами обеспечивать своевременную выдачу специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, а также их хранение, стирку, сушку, ремонт и замену.

На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты. На работах с особо вредными условиями труда предоставляется бесплатно по установленным нормам лечебно-профилактическое питание. Нормы и условия бесплатной выдачи молока или других равноценных пищевых продуктов, а также лечебно-профилактического питания устанавливаются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Обеспечение санитарно-бытового и лечебно-профилактического обслуживания работников в соответствии с требованиями охраны труда возлагается на работодателя. В этих целях работодателем по установленным нормам оборудуются санитарно-бытовые помещения, помещения для приема пищи, помещения для оказания медицинской помощи, комнаты для отдыха в рабочее время и психологической разгрузки; создаются санитарные посты с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой медицинской помощи; устанавливаются аппараты (устройства) для обеспечения работников горячих цехов и участков газированной соленой водой и другое.

Обучение и профессиональная подготовка в области охраны труда

В соответствии со ст. 225 все работники, в том числе руководители организаций, а также работодатели – индивидуальные предприниматели, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знания требований охраны труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации с учетом мне-

ния Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Для всех поступающих на работу лиц, а также для работников, переводимых на другую работу, работодатель или уполномоченное им лицо обязаны проводить инструктаж по охране труда, организовывать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказания первой помощи пострадавшим.

Работодатель обеспечивает обучение лиц, поступающих на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов и проведение их периодического обучения по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в период работы.

Государство содействует организации обучения по охране труда в образовательных учреждениях начального общего, основного общего, среднего (полного) общего образования и начального профессионального, среднего профессионального, высшего профессионального и послевузовского профессионального образования. Государство обеспечивает профессиональную подготовку специалистов по охране труда в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального образования.

Расследование и учет несчастных случаев

В соответствии со ст. 227 расследованию и учету подлежат несчастные случаи, происшедшие с работниками при исполнении ими трудовых обязанностей или выполнении какой-либо работы по поручению работодателя.

Расследованию подлежат события, в результате которых пострадавшими были получены: телесные повреждения (травмы), в том числе нанесенные другим лицом; тепловой удар; ожог; обморожение; утопление; поражение электрическим током, молнией, излучением; укусы и другие телесные повреждения, нанесенные животными и насекомыми; повреждения вследствие взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных обстоятельств, иные повреждения здоровья, обусловленные воздействием внешних факторов, – повлекшие за собой необходимость перевода пострадавших на другую работу, временную или стойкую утрату ими трудоспособности либо смерть пострадавших, если указанные события произошли:

- в течение рабочего времени на территории работодателя либо в ином месте выполнения работы, в том числе во время установленных перерывов, а также в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства и одежды, выполнения других предусмотренных правилами внутреннего трудового распорядка действий перед началом и после окончания работы, или при выполнении работы за пределами установленной для работника продолжительности рабочего времени, в выходные и нерабочие праздничные дни;
- при следовании к месту выполнения работы или с работы на транспортном средстве, предоставленном работодателем, либо на личном транспортном средстве в случае использования личного транспортного средства в производствен-

ных (служебных) целях по распоряжению работодателя или по соглашению сторон трудового договора;

- при следовании к месту служебной командировки и обратно, во время служебных поездок на общественном или служебном транспорте, а также при следовании по распоряжению работодателя к месту выполнения работы и обратно, в том числе пешком;
- при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха (водитель-сменщик на транспортном средстве, проводник или механик рефрижераторной секции в поезде, член бригады почтового вагона и другие);
- при работе вахтовым методом во время междусменного отдыха;
- при осуществлении иных правомерных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем либо совершаемых в его интересах, в том числе действий, направленных на предотвращение катастрофы, аварии или несчастного случая.

Для расследования несчастного случая работодатель незамедлительно образует комиссию в составе не менее трех человек. В состав комиссии включаются специалист по охране труда или лицо, назначенное ответственным за организацию работы по охране труда приказом работодателя, представители работодателя, представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников, уполномоченный по охране труда.

При расследовании несчастного случая (в том числе группового) в состав комиссии также включаются государственный инспектор труда, представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления (по согласованию), представитель территориального объединения организаций профсоюзов, а при расследовании указанных несчастных случаев с застрахованными – представители исполнительного органа страховщика (по месту регистрации работодателя в качестве страхователя).

В расследовании несчастного случая у работодателя – физического лица принимают участие указанный работодатель или его полномочный представитель, доверенное лицо пострадавшего, специалист по охране труда, который может привлекаться к расследованию несчастного случая и на договорной основе.

При групповом несчастном случае с числом погибших пять человек и более в состав комиссии включаются также представители федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и общероссийского объединения профессиональных союзов.

Расследование несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько пострадавших получили легкие повреждения здоровья, проводится комиссией в течение трех дней. Расследование несчастного случая (в том числе группового), в результате которого один или несколько постра-

давших получили тяжелые повреждения здоровья, либо несчастного случая (в том числе группового) со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

Несчастный случай, о котором не было своевременно сообщено работодателю или в результате которого нетрудоспособность у пострадавшего наступила не сразу, расследуется по заявлению пострадавшего или его доверенного лица в течение одного месяца со дня поступления указанного заявления.

При необходимости проведения дополнительной проверки обстоятельств несчастного случая, получения соответствующих медицинских и иных заключений указанные в настоящей статье сроки могут быть продлены председателем комиссии, но не более чем на 15 дней. Если завершить расследование несчастного случая в установленные сроки не представляется возможным в связи с необходимостью рассмотрения его обстоятельств в организациях, осуществляющих экспертизу, органах дознания, органах следствия или в суде, то решение о продлении срока расследования несчастного случая принимается по согласованию с этими организациями, органами либо с учетом принятых ими решений.

По каждому несчастному случаю, квалифицированному по результатам расследования как несчастный случай на производстве и повлекшему за собой необходимость перевода пострадавшего на другую работу, потерю им трудоспособности на срок не менее одного дня либо смерть пострадавшего, оформляется акт о несчастном случае на производстве по установленной форме в двух экземплярах.

При групповом несчастном случае на производстве акт о несчастном случае на производстве составляется на каждого пострадавшего отдельно.

При несчастном случае на производстве с застрахованным составляется дополнительный экземпляр акта о несчастном случае на производстве.

Каждый оформленный в установленном порядке несчастный случай на производстве регистрируется работодателем, осуществляющим его учет, в журнале регистрации несчастных случаев на производстве по установленной форме.

Управление охраной труда в организации

С 1 июля 2009 г. вводится Межгосударственный стандарт [4], который разработан с целью обеспечения безопасности и здоровья работников за счет снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов и рисков, путем внедрения систем управления охраной труда на уровне организации.

Обеспечение охраны труда в организации входит в обязанности работодателей. В связи с этим работодатель должен продемонстрировать свои руководство и заинтересованность в деятельности по обеспечению охраной труда в организации и организовать создание системы управления охраной труда, которая является инструментом в осуществлении непрерывного совершенствования деятельности по безопасности и гигиене труда.

Контрольные вопросы к пункту 6.2

1. Какой закон РФ регламентирует обеспечение охраны труда?
2. Основные направления государственной политики в области охраны труда.
3. В каком случае создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда в организации?
4. На кого в организации возлагаются обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда?
5. При выполнении каких работ работникам бесплатно выдаются специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты?
6. В течение какого периода проводится расследование несчастного случая при легком повреждении здоровья и в случае смертельного исхода?
7. Какие основные элементы включает система управления охраной труда в организации?

Библиографический список к пункту 6.2

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (с изм. от 20.04. 2007).
2. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 29.05.2006 № 413 «Об утверждении Типового положения о комитете (комиссии) по охране труда».
3. Правила сертификации производственного оборудования, утвержденные постановлением Госстандарта РФ от 3 мая 2000 г. № 25.
4. ГОСТ ИСО 12.0.230-2007 ССБТ. Системы управления охраной труда. Общие требования.

6.3. Обеспечение промышленной безопасности

В современных условиях любое производство представляет собой сложную глубоко структурированную систему, включающую в себя средства производства, оборудование контроля, персонал, транспорт, энергоносители, исходные материалы и т.д., образующие в совокупности техносферу, являющуюся носителем опасности, техногенных аварий, инцидентов и происшествий. В зависимости от характера производственной деятельности опасность может являться постоянно существующим внутренним свойством и трансформироваться в реальный вред для человека и окружающей природной среды в виде пожара, взрыва, токсикологической, радиационной и других опасностей.

Безопасность считается достигнутой, если риск технического ущерба не превышает определенной нормативно установленной величины критерия безопасности (приемлемого риска). Обеспечение безопасности предусматривает деятельность, направленную на разработку, установление и не превышение критериев безопасности. Практика показывает, что в вопросах обеспечения безопасности важное место занимает ***промышленная безопасность*** – состояние, при котором путем соблюдения правовых норм, экономических, инженерно-технических и технологических требований, а также проведения соответствую-

щих организационных мероприятий достигается предотвращение нарушений технологического процесса и техники безопасности, максимальное снижение вероятности возникновения аварийной ситуации на промышленных объектах и транспорте или уменьшение ущерба. Это также область человеческой деятельности по предотвращению аварий промышленных предприятий и уменьшению последствий чрезвычайных ситуаций, обусловленных такими авариями. Основные направления деятельности – обеспечение безопасности человека и промышленного предприятия в техносфере и экологической безопасности. В этой сфере деятельности задействованы надзорные структуры МЧС, федеральных органов исполнительной власти, прежде всего Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, соответствующие структуры субъектов федерации, службы охраны труда и промышленной безопасности организаций, занимающихся производственной деятельностью и сами участники этого вида деятельности. Требования промышленной безопасности должны обеспечиваться на всех стадиях жизненного цикла техники – проектирования, изготовления, эксплуатации и вывода из эксплуатации. В данном разделе рассмотрены организационные мероприятия обеспечения промышленной безопасности – декларирование, сертификация, производственный контроль, расследование аварий и инцидентов.

6.3.1. Декларирование промышленной безопасности. Анализ опасности и риска

Общие положения о декларировании промышленной безопасности

В отечественную практику введен один из наиболее важных элементов регулирования промышленной безопасности – процедура декларирования промышленной безопасности опасных производственных объектов, признаки которых определены Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1]. Декларирование безопасности промышленного объекта Российской Федерации, деятельность которого связана с повышенной опасностью производства (далее – промышленный объект), осуществляется в целях обеспечения контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на промышленном объекте.

Декларация безопасности промышленного объекта Российской Федерации (далее – декларация безопасности) [2] является документом, в котором отражены характер и масштабы опасностей на промышленном объекте, и выработанные мероприятия по обеспечению промышленной безопасности и готовности к действиям в техногенных чрезвычайных ситуациях. Декларация промышленной безопасности – единый документ, в котором должны быть представлены результаты оценки риска возможных аварий и обоснование мер безопасной эксплуатации опасного производственного объекта.

Декларация разрабатывается, независимо от организационно-правовых форм собственности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты (далее – ОПО), а также ведомственной принадлежности опасных производственных объектов.

Декларация разрабатывается в соответствии с действующими документами. Порядок разработки является обязательным для исполнения организациями, разрабатывающими декларации, экспертными организациями, осуществляющими экспертизу промышленной безопасности деклараций, работниками Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее – Служба), осуществляющими надзор за декларируемыми опасными производственными объектами.

Разработка декларации включает: всестороннюю оценку риска аварии и связанной с ней угрозы; анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, обеспечению готовности организации к эксплуатации ОПО в соответствии с требованиями промышленной безопасности, а также к локализации и ликвидации последствий аварии на ОПО; разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварии и размера ущерба, нанесенного в случае аварии на ОПО [1–7].

Декларация разрабатывается в составе проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию ОПО.

Декларация уточняется путем внесения в нее частичных изменений в случае, если эти изменения связаны с техническими и/или технологическими изменениями на опасном производственном объекте, которые не влияют на условия безопасной эксплуатации и не увеличивают значения показателей риска аварии. Данные изменения прилагаются к декларации и согласовываются с управлением центрального аппарата Службы, осуществляющим контроль и надзор за соблюдением требований промышленной безопасности на декларируемом ОПО и не нуждаются в экспертизе промышленной безопасности.

При разработке декларации для действующего ОПО в состав сведений по обеспечению требований промышленной безопасности следует включать сведения как о выполняемых, так и о планируемых мерах. При разработке декларации в составе проектной документации представляются сведения о мерах, представленных в проектной документации.

Декларация представляется на экспертизу промышленной безопасности (далее – экспертиза) в экспертную организацию. При наличии положительного заключения декларация направляется на рассмотрение в управление центрального аппарата Службы, осуществляющее контроль и надзор за соблюдением требований промышленной безопасности на декларируемом ОПО, а именно, декларации:

- объектов металлургической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, нефтяной и газовой промышленности, газоснабжения – в Управление по надзору за общепромышленными опасными объектами;

• складов взрывчатых материалов, объектов спецхимии и иных взрывопожароопасных и химически опасных объектов – в Управление по надзору за взрывоопасными и химическими опасными производствами и объектами.

Признаки идентификации опасных производств

Декларация разрабатывается для ОПО, на которых получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества в количествах, установленных в приложении 2 к Федеральному закону [1] и таблицах 1 и 2 приложения № 2 к Порядку [2], а также для ОПО, обязательность декларирования которых установлена в нормативных правовых актах Службы.

При решении вопроса об обязательности декларирования промышленной безопасности следует применять следующие принципы:

1) для опасных веществ, не указанных в таблице 1, применять данные таблицы 2 приложения № 2 к Порядку;

2) в случае, если расстояние между ОПО менее 500 м, учитывается суммарное количество опасного вещества;

3) если на ОПО применяется несколько видов опасных веществ, то их суммарное пороговое количество определяется условием

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{m(i)}{M(i)} > 1,$$

где m(i) – количество применяемого вещества; M(i) – пороговое (предельное) количество того же вещества в соответствии с таблицами 1 и 2 для всех i от 1 до n.

В случае если ОПО, расположенные на расстоянии менее 500 м и принадлежащие разным организациям, объединены в единый технологический цикл и сумма опасных веществ на них превышает установленные предельные значения (таблицы 1 и 2 приложения № 2 к Порядку), то они подлежат декларированию.

Следовательно, если расстояние между двумя или несколькими ОПО, принадлежащими одной эксплуатирующей организации, менее 500 м, а количество опасного вещества на каждом из них менее установленного законом предельного, следует количество вещества суммировать и разрабатывать декларацию (при суммарном количестве выше предельного) на всю площадку с расположенными на ней ОПО.

Если ОПО расположены на расстоянии менее 500 м и принадлежат разным организациям, но объединены в единый технологический цикл и сумма опасных веществ на них превышает установленные предельные значения, то каждое из них подлежит декларированию. Такие случаи характерны для крупных нефтехимических или металлургических предприятий, на территории которых могут располагаться объекты нескольких юридических лиц. Исходя из вышеизложенного, например, площадки насосных и компрессорных станций, относящиеся к ОПО магистрального трубопроводного транспорта и содержащие, как правило, опасные вещества в количестве менее предельного, должны быть продекларированы.

Анализ опасностей и риска

При разработке декларации промышленной безопасности, наряду с данными о технологии, аппаратурном оформлении, мерах по обеспечению безопасности и противоаварийной устойчивости опасного промышленного объекта, проводится анализ опасностей и риска (Разделы «Результаты анализа безопасности» декларации и «Анализ риска» приложения № 1).

Раздел «Результаты анализа безопасности» должен включать:

1) сведения об опасных веществах:

– наименование опасного вещества;

– степень опасности и характер воздействия вещества на организм человека и окружающую природную среду, в том числе при возникновении аварии;

2) общие сведения о технологии:

– схему основных технологических потоков, которая должна представлять блок-схему с указанием наименования опасных веществ и направления их перемещения в технологической системе декларируемого объекта;

– общие данные о распределении опасных веществ по декларируемому объекту, которые должны включать сведения об общем количестве опасных веществ, находящихся в технических устройствах – аппаратах (емкостях), трубопроводах, с указанием максимального количества в единичной емкости или участке трубопровода наибольшей вместимости. Данные должны приводиться для всех составляющих по максимальным регламентным (проектным) значениям количества опасного вещества;

3) основные результаты анализа риска аварии;

Основные результаты анализа риска аварии должны включать:

1) результаты анализа условий возникновения и развития аварий:

– перечень возможных основных причин возникновения аварии и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий;

– краткое описание сценариев наиболее вероятных аварий и наиболее опасных по последствиям аварий;

– данные о размерах вероятных зон действия поражающих факторов для описанных сценариев аварии;

– сведения о возможном числе пострадавших, включая погибших среди работников и иных физических лиц;

– сведения о возможном ущербе от аварий;

2) результаты оценки риска аварии, которые должны включать краткие данные о показателях риска причинения вреда работникам декларируемого объекта и иным физическим лицам, ущерба имуществу и вреда окружающей природной среде.

Раздел «Анализ риска» должен включать:

1) анализ известных аварий:

– перечень аварий и обобщенные данные об инцидентах, имевших место на декларируемом объекте (для действующих объектов);

– перечень наиболее опасных по последствиям аварий, имевших место на других аналогичных объектах, или аварий, связанных с обращающимися опасными веществами;

– анализ основных причин произошедших аварий;

2) анализ условий возникновения и развития аварий:

– определение возможных причин возникновения аварии и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий;

– определение сценариев аварий с участием опасных веществ;

– обоснование применяемых физико-математических моделей и методов расчета с оценкой влияния исходных данных на результаты анализа риска аварии;

– оценку количества опасных веществ, участвующих в аварии;

– расчет вероятных зон действия поражающих факторов;

– оценку возможного числа пострадавших, в том числе погибших, среди работников декларируемого объекта и иных физических лиц;

– оценку возможного ущерба;

3) оценку риска аварий, включающую данные о вероятности аварий, показателях риска причинения вреда работникам декларируемого объекта и физическим лицам, ущерба имуществу и вреда окружающей природной среде (по составляющим объекта).

При проведении анализа опасностей и риска рекомендуется применять нормативы и методические материалы [1–7] и учитывать повышение требований к количественной оценке риска, изложенные в Порядке.

Так, в разделе 5 декларации на ситуационных планах помимо зон действия поражающих факторов аварий необходимо представить распределение потенциального территориального риска гибели людей для тех объектов, аварии на которых сопровождаются выбросом токсичных, высокотоксичных и/или воспламеняющихся веществ. К воспламеняющимся веществам следует относить метан, пропан, бутан и иные воспламеняющиеся газы в соответствии с приложением 1 [1].

Далее, в требованиях к анализу риска дополнительно указано, что:

– ущерб от возможных аварий следует оценивать в натуральных или денежных единицах с учетом прямых потерь имущества предприятия, затрат на ликвидацию аварии, социально-экономических потерь (затрат на компенсацию пострадавшим), косвенного ущерба (упущенной выгоды), экологического ущерба и потерь от выбытия трудовых ресурсов (для оценки ущерба рекомендуется использовать [6];

– при оценке риска необходимо преимущественно использовать количественные методы. Количественные показатели риска аварии (частота возникновения аварии, вероятность поражения человека, индивидуальный, коллективный, социальный риск, ожидаемый ущерб и т.д.) определяются на основе объективных статистических данных, а также с использованием специальных количественных графо-аналитических методов, методов имитационного моделирования, с помощью построения полей потенциального территориального риска (в соответствии с [4];

– при отсутствии необходимых данных для количественной оценки риска допускается использование качественных показателей риска аварии, выраженных с использованием лингвистических оценок (например, «высокая», «низкая» вероятность). Полнота использования показателей риска аварии определяется уровнем методического обеспечения процедуры анализа риска для различных объектов с учетом их специфики.

Кроме того, раздел 3 «Выводы и предложения» должен включать сравнительный анализ рассчитанных показателей риска аварии на декларируемом объекте со среднестатистическими показателями риска техногенных происшествий и/или критериями приемлемого риска. Этот анализ может быть основан на использовании официально публикуемых фоновых (среднестатистических) показателей риска.

Наряду с анализом риска опасных производственных объектов, аналогичная процедура проводится и в отношении обычных технических устройств – машин, аппаратов, оборудования и т. д. Если речь идет о конкретном техническом устройстве – машине, то, информация для оценки и определения риска и проведения любого качественного или количественного анализа должна включать следующее: область использования машины; сведения о состоянии машины; конструктивные чертежи или другие материалы для ознакомления с машиной; сведения, касающиеся энергетических источников; любые несчастные случаи и происшествия; любую информацию о вреде для здоровья.

Отсутствие несчастных случаев, малое число случаев или небольшое поражение не должны быть использованы как автоматическое предположение о низком риске.

При оценке и определении риска следует принимать в расчет:

- фазы жизни машины;
- область использования, включая предусмотренное применение (как правильное применение и функционирование машины, так и предусмотренное в допустимых пределах неправильное применение или неправильное функционирование);
- весь диапазон предполагаемого использования машины (например, промышленное, непромышленное и в домашних условиях) людьми с учетом пола, возраста, левшей и правшей, с ограниченными физическими возможностями (в части зрения и слуха, с ограниченными размерами тела и силы);
- предполагаемых потребителей с их уровнем образования, опытом или способностями:

а) операторов, включая обученный или опытный обслуживающий персонал или техников,

б) учеников и практикантов,

в) остальных лиц, участвующих в эксплуатации машины;

- других лиц, которых можно предвидеть и которые могут быть подвергнуты опасности.

Основой для определения критериев приемлемого риска являются:

• нормы и правила промышленной безопасности или иные документы по безопасности в анализируемой области;

• сведения о произошедших авариях, инцидентах и их последствиях;

• опыт практической деятельности;

• социально-экономическая выгода от эксплуатации опасного производственного объекта;

Важнейшим этапом анализа опасностей и риска является идентификация опасностей – выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей (сценариев) их реализации.

Это ответственный этап анализа, так как не выявленные на этом этапе опасности не подвергаются дальнейшему рассмотрению и исчезают из поля зрения.

При идентификации следует определить, какие элементы, технические устройства, технологические блоки или процессы в технологической системе, объекте требуют более серьезного анализа и какие представляют меньший интерес с точки зрения безопасности.

На этой стадии анализа применяются в основном качественные методы, опирающиеся на опыт, интуицию экспертов и на здравый смысл.

Результатом идентификации опасностей являются:

• перечень нежелательных событий,

• описание источников опасности, факторов риска, условий возникновения и развития нежелательных событий (например, сценариев возможных аварий);

• предварительные оценки опасности и риска.

Идентификация опасностей завершается также выбором дальнейшего направления деятельности. В качестве вариантов дальнейших действий может быть:

• решение прекратить дальнейший анализ ввиду незначительности опасностей или достаточности полученных предварительных оценок;

• решение о проведении более детального анализа опасностей и оценки риска;

• выработка предварительных рекомендаций по уменьшению опасностей.

На этом этапе анализа риска, решение о направлении дальнейшей работы может быть принято на основании матрицы «Метода АВПКО» «вероятность – тяжесть отказов» (табл. 6.3.1).

В матрице применены следующие варианты критериев отказов по тяжести последствий:

• ***катастрофический отказ*** – приводит к смерти людей, существенному ущербу имуществу, наносит невосполнимый ущерб окружающей среде,

• ***критический/некритический отказ*** – угрожает (не угрожает) жизни людей, приводит/не приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среде,

• ***отказ с пренебрежимо малыми последствиями*** – отказ, не относящийся по своим последствиям ни к одной из первых трех категорий.

Категории (критичность) отказов:

«А» – обязателен количественный анализ риска, или требуются особые меры обеспечения безопасности;

«В» – желателен количественный анализ риска, или требуется принятие определенных мер безопасности;

«С» – рекомендуется проведение качественного анализа опасностей или принятие некоторых мер безопасности;

«Д» – анализ и принятие специальных (дополнительных) мер безопасности не требуется.

Таблица 6.3.1

Определение категорий отказов в зависимости от их частоты и тяжести последствий

Частота возникновения отказа 1/год		Категории (критичность) отказов от тяжести последствий			
		Катастрофический отказ	Критический отказ	Некритический отказ	Отказ с пренебрежимо малыми последствиями
Частый отказ	Более 1	А	А	А	С
Вероятный отказ	$1–10^{-2}$	А	А	В	С
Возможный отказ	$10^{-2}–10^{-4}$	А	В	В	С
Редкий отказ	$10^{-4}–10^{-6}$	А	В	С	Д
Практически невероятный отказ	Менее 10^{-6}	В	С	С	Д

Примечание. АВПКО – анализ вероятности последствий и критичности отказов

Основные задачи этапа оценки риска связаны:

- с определением частот возникновения инициирующих и всех нежелательных событий;
- с оценкой последствий возникновения нежелательных событий.

Для определения частоты нежелательных событий рекомендуется использовать:

- статистические данные по аварийности и надежности технологической системы, соответствующие специфике объекта или виду деятельности;
- логические методы анализа «деревьев событий», «деревьев отказов», имитационные модели возникновения аварий в человеко-машинной системе;
- экспертные оценки путем учета мнения специалистов в данной области.

Оценка последствий включает анализ возможных воздействий на людей, имущество и/или окружающую природную среду. Для оценки последствий необходимо оценить физические эффекты нежелательных событий (отказы, разрушение технических устройств, зданий, сооружений, пожары, взрывы, выбросы токсичных веществ и т.д.), уточнить объекты, которые могут быть подвергнуты действию факторов опасности (рис. 6.3.1).

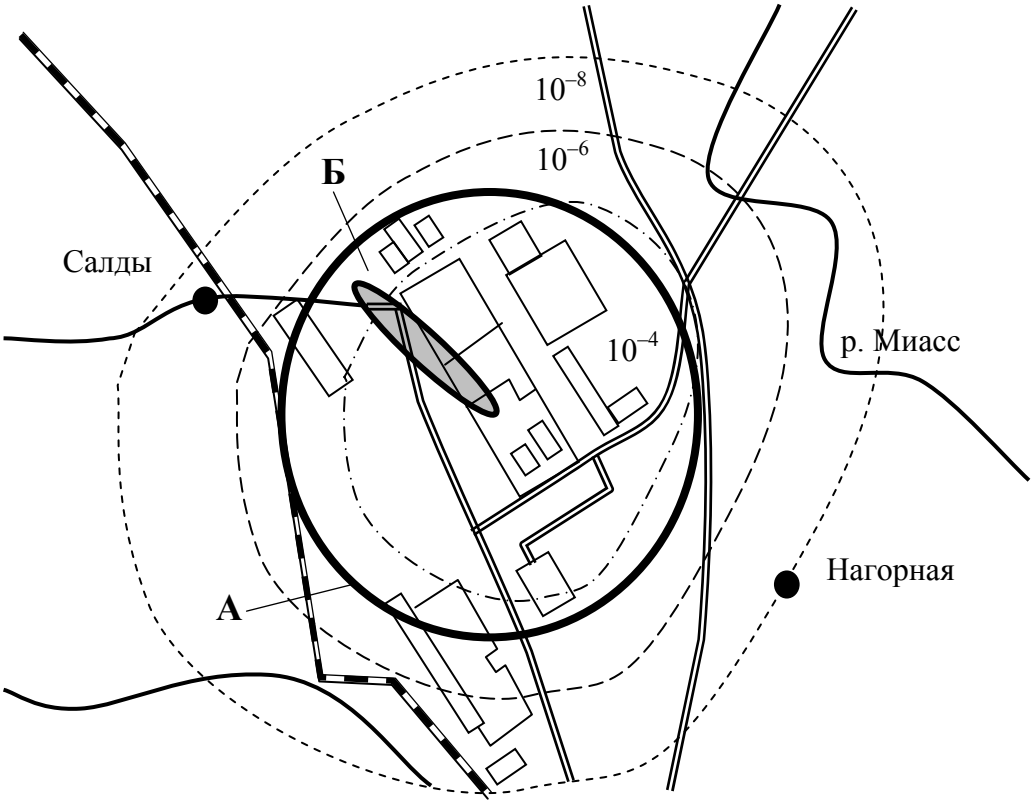


Рис. 6.3.1. Пример построения границ и зон распределения риска по территории вблизи объекта, на котором возможны аварии с крупным выбросом токсичных веществ: А – граница зон поражения людей, рассчитанных для сценариев аварии с одинаковой массой выброса по всем направлениям ветра; Б – зона поражения для отдельного сценария при заданном направлении ветра; **---** – изолинии индивидуального риска

В рекомендациях по уменьшению риска представляются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах оценки риска. Меры по уменьшению риска могут иметь технический и (или) организационный характер. Первоочередными мерами обеспечения безопасности, как правило, являются меры предупреждения аварии.

Обоснование и оценка эффективности предлагаемых мер уменьшения риска должны исходить из двух альтернативных целей:

1) при заданных средствах обеспечить максимальное снижение риска эксплуатации технического объекта;

2) обеспечить снижение риска до приемлемого уровня при минимальных затратах.

Контрольные вопросы к пункту 6.3.1

1. Что понимается под Декларацией безопасности промышленного объекта?
2. Признаки идентификации опасных производств.
3. Какие структурные элементы включает в себя Декларация безопасности?
4. В каких случаях Декларация безопасности подлежит пересмотру?

5. Что включает в себя раздел декларации «Результаты анализа безопасности»?

6. Какие существуют критерии отказов по тяжести последствий?

7. Какие существуют категории (критичность) отказов?

8. Что рекомендуется использовать для определения частоты нежелательных событий?

9. Как оценивается эффективность предлагаемых мер по уменьшению риска?

Библиографический список к пункту 6.3.1

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-ФЗ (с изм. на 18.12.2006).

2. Порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечня включаемых в нее сведений РД-03-14-2005.

3. Методические указания по проведению анализа риска на опасных производственных объектах (РД 03-418-01), утвержденные постановлением Госгортехнадзора России от 10.07.2001 № 30.

4. ГОСТ Р 27.310-93. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.

5. РД 03-409-01 Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (с изменениями и дополнениями).

6. РД-03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах». Утверждены постановлением Госгортехнадзора от 29 октября 2002 г.

7. Количественная оценка риска аварий на объектах хранения нефтепродуктов / А. Пчельников, М. Лисанов, В. Симакин и др. // Технологии ТЭК. – 2004. № 4. – С. 72–75.

6.3.2. Сертификация в области промышленной безопасности

Сертификация – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Сертификацию в Российской Федерации организуют и проводят в соответствии с общегосударственными законами РФ: «О защите прав потребителей», «О техническом регулировании», а также с иными законами РФ, относящимися к отдельным отраслям и сферам деятельности: «О ветеринарии», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», а также указами Президента и Постановлениями правительства. С этой целью формируются системы обязательной или добровольной сертификации, а также наряду с обязательной сертификацией проводится подтверждение соответствия объекта путем принятия изготовителем (продавцом) декларации о соответствии.

Специально уполномоченным органом Российской Федерации в области сертификации до 2004 года был Государственный комитет Российской Федерации

по стандартизации и метрологии (Госстандарт России). Головным институтом в системе Госстандарта России по разработке научно-методических и организационных основ сертификации продукции, услуг, систем качества являлся Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации (ВНИИС). За этот период в России созданы 16 систем обязательной сертификации, установленных законами Российской Федерации («О пожарной безопасности», «О космической деятельности» и т.п.), а также 129 систем добровольной сертификации. В рамках Системы сертификации ГОСТ Р действуют 28 систем обязательной сертификации групп однородной продукции.

В соответствии [1] организации, находившиеся в ведении Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии, переданы Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование), которое в настоящее время проводит работу в области сертификации – декларирование соответствия, оценка соответствия (система ГОСТ Р). Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии осуществляет ведение:

1) федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов;

2) единой информационной системы по техническому регулированию;

3) перечня продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия;

4) реестра зарегистрированных деклараций о соответствии;

5) единого реестра выданных сертификатов;

6) государственного реестра аккредитованных организаций, осуществляющих деятельность по оценке соответствия продукции, производственных процессов и услуг установленным требованиям качества и безопасности, а также деятельность по обеспечению единства измерений;

7) единого реестра зарегистрированных систем добровольной сертификации.

В настоящее время Россия вошла в международные системы сертификации:

- Систему международной электротехнической комиссии (МЭК) по испытаниям электрооборудования на соответствие стандартам безопасности;
- Систему сертификации легковых, грузовых автомобилей, автобусов и других транспортных средств (ЕЭК ООН);
- Систему сертификации ручного огнестрельного оружия и патронов;
- Систему сертификации изделий электронной техники МЭК;
- Международную систему сертификации метрологического оборудования и приборов;
- Соглашение о взаимном признании результатов испытаний импортируемых летательных аппаратов и сертификации отдельных деталей самолетов;
- Международную морскую организацию при ООН (Конвенция по безопасности мореплавания).

На национальном уровне в структуру нормативного организационно-методического обеспечения системы сертификации входят:

- основополагающие документы по сертификации в Российской Федерации;
- документы Российской системы сертификации (ГОСТ Р);
- документы систем сертификации групп однородной продукции (услуг);
- Российская система аккредитация (РОСА);
- Государственная система стандартизации (ГСС);
- Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ);
- Система стандартов безопасности труда (ССБТ);
- Стандарты на конкретную продукцию и услуги.

В структуре обязательной системы сертификации, важное место занимают системы сертификации технических устройств, применяемых на опасных промышленных объектах в соответствии со статьей 7 [2].

Технические устройства, предназначенные для применения на опасных производственных объектах, должны:

- соответствовать требованиям промышленной безопасности, а также иметь соответствующий сертификат установленного образца;
- быть изготовлены организациями, имеющими лицензию на осуществление данного вида деятельности, выданную Ростехнадзором.

Различные виды (типы) технических устройств до начала их применения на опасных производственных объектах должны пройти приемочные испытания.

Приемочные испытания технических устройств, предназначенных для применения на опасных производственных объектах, проводятся приемочной комиссией, осуществляющей свою деятельность в установленном порядке.

Средства измерений, входящие в комплект технического устройства, предназначенного для применения на опасном производственном объекте, должны иметь сертификаты об утверждении типа средств измерений.

Перечень технических устройств (например, для взрывозащищенного и рудничного электрооборудования имеет вид табл. 6.3.2), предназначенных для применения на опасных производственных объектах и подлежащих сертификации, разрабатывается и утверждается в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

На основании результатов проведенных приемочных испытаний и сертификата соответствия требованиям промышленной безопасности Ростехнадзор выдает разрешение на применение конкретного вида (типа) технического устройства.

При несоответствии технических устройств иностранного производства отдельным требованиям промышленной безопасности, действующим в Российской Федерации, организация-изготовитель (поставщик) представляет рекомендации по проведению дополнительных мероприятий, обеспечивающих безопасность применения таких технических устройств.

Решение о возможности применения указанных технических устройств на опасных производственных объектах с учетом заключения экспертизы промышленной безопасности принимает Ростехнадзор, а также федеральные органы исполнительной власти в соответствии с пунктом 3 [3].

Технические устройства, предназначенные для применения на опасных производственных объектах, в течение всего срока их использования подлежат техническому обслуживанию организациями, имеющими лицензию на данный вид деятельности, выданную Ростехнадзором. Объем и сроки проведения профилактических работ для поддержания технического устройства в исправном состоянии определяются в технической документации на данное устройство.

Организацию и контроль за проведением работ по техническому обслуживанию указанных устройств осуществляет организация, эксплуатирующая опасный производственный объект.

В технической документации на техническое устройство, в том числе иностранного производства, предназначенное для применения на опасном производственном объекте, организация-изготовитель (поставщик) указывает условия и требования безопасной эксплуатации, методику проведения контрольных испытаний (проверок) этого устройства и его основных узлов, ресурс и срок эксплуатации, порядок технического обслуживания, ремонта и диагностирования.

Изготовление, монтаж, наладка, обслуживание и ремонт технических устройств, предназначенных для применения на опасном производственном объекте, производятся организациями, имеющими лицензию на осуществление указанных работ, выданную Ростехнадзором.

К эксплуатации и обслуживанию технических устройств, предназначенных для применения на опасных производственных объектах, допускаются лица, прошедшие соответствующее обучение и имеющие документы установленного образца.

К моменту создания в ходе административной реформы Ростехнадзора (в 2004 г.) под эгидой различных органов исполнительной власти сформировалось по крайней мере четыре организационные структуры, в рамках которых проводилась сертификация (оценка соответствия) в области промышленной безопасности: Система сертификации Ростехрегулирования (Система ГОСТ Р), Система экспертизы в области электроэнергетики, Система экспертизы и аккредитации в области промышленной безопасности (СЭАПБ), Система аттестации сварочного производства (САСв).

С передачей в 2004 г. Ростехнадзору широкого спектра полномочий в области промышленной, экологической и энергетической безопасности, а также безопасности гидротехнических сооружений основными функциями Ростехнадзора в указанных направлениях деятельности [4] являются контроль и надзор, осуществляемые за соблюдением требований:

- промышленной безопасности при проектировании, строительстве, эксплуатации, консервации и ликвидации опасных производственных объектов, изготовлении, монтаже, наладке, обслуживании и ремонте технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, транспортировании опасных веществ на опасных производственных объектах;
- безопасности в электроэнергетике (в пределах своей компетенции) (технический контроль и надзор в электроэнергетике);

• безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, в целях обеспечения соблюдения всеми пользователями недр законодательства Российской Федерации, утвержденных в установленном порядке стандартов (норм, правил) по охране недр (в пределах своей компетенции), по безопасному ведению работ, а также в целях предупреждения и устранения их вредного влияния на население, окружающую среду, здания и сооружения;

• пожарной безопасности на подземных объектах и при ведении взрывных работ;

• безопасности гидротехнических сооружений собственниками этих сооружений и эксплуатирующими организациями на объектах промышленности и энергетики, за исключением гидротехнических сооружений, полномочия по осуществлению надзора за которыми переданы органам местного самоуправления;

• законодательства Российской Федерации (в пределах своей компетенции) в области охраны окружающей среды (государственный экологический контроль), атмосферного воздуха и в области обращения с отходами.

Помимо этого в соответствии с [4] Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор):

• осуществляет государственный строительный надзор при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов использования атомной энергии (в том числе ядерных установок, веществ), опасных производственных объектов, линий связи (в том числе линейно-кабельных сооружений), определяемых согласно законодательству Российской Федерации, объектов обороны и безопасности, объектов, сведения о которых составляют государственную тайну, особо опасных, технически сложных и уникальных объектов, за исключением объектов военной инфраструктуры Вооруженных Сил Российской Федерации:

• организует научно-методическое обеспечение государственного строительного надзора в Российской Федерации.

С расширением видов деятельности Ростехнадзора возникла необходимость унифицировать все процедуры оценки соответствия в сфере промышленной безопасности, предусмотренные разными системами, и создать на основе структуры и процедур существующей системы экспертизы и акредитации в области промышленной безопасности (СЭАПБ) Единую систему оценки соответствия (ЕС ОС) на объектах, подконтрольных Ростехнадзору, путем дополнительного включения в СЭАПБ таких видов деятельности, как:

• разрушающие и другие виды испытаний (включая лабораторные и иные виды испытаний результатов строительных работ и строительных материалов);

• электрические измерения;

• измерения и анализ в области экологического контроля;

• проверка знаний персонала, осуществляющего эксплуатацию, обслуживание и ремонт электроустановок;

• подготовка в области охраны окружающей среды руководителей и специалистов эксплуатирующих организаций, в том числе на право работы с опасными производственными отходами;

• аттестация персонала лабораторий разрушающих и других видов испытаний, персонала экоаналитических и электроизмерительных (электроиспытательных) лабораторий, сварщиков и специалистов сварочного производства, персонала по сертификации продукции и систем управления, экспертов, осуществляющих государственную экологическую экспертизу, а также государственную экспертизу проектной документации и результатов инженерных изысканий.

Создание Единой системы оценки соответствия на объектах, подконтрольных Ростехнадзору, позволит:

• гармонизировать нормативные документы в области оценки соответствия и исключить возможность возникновения в них противоречий;

• осуществлять централизованный контроль за деятельностью по оценке соответствия в области промышленной и экологической безопасности. безопасности электрических установок и сетей, а также безопасности гидротехнических сооружений;

• подойти к оценке соответствия с позиции общепринятых международных стандартов и обеспечить ее предельную открытость и прозрачность.

Все вышеперечисленное направлено на обеспечение безопасности на поднадзорных объектах, а также призвано повысить доверие к оценке соответствия в глазах широкого круга заинтересованных лиц, в том числе российской и международной общественности, и, в конечном счете, будет содействовать развитию экономики России.

В настоящее время реализуется план мероприятий по созданию Единой системы оценки соответствия на объектах, подконтрольных Ростехнадзору в формах аккредитации, аттестации, сертификации, испытаний, измерений, контроля, анализа, экспертизы и в иной форме за исключением оценки соответствия в форме государственного контроля и надзора.

Контрольные вопросы к пункту 6.3.2

1. Что понимается под сертификацией?
2. Какой федеральный орган исполнительной власти проводит работу в области сертификации в России?
3. В какие международные системы сертификации входит РФ?
4. В чем суть сертификации технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах?
5. Какие формы оценки соответствия в рамках ЕС ОС Ростехнадзора предусмотрены в настоящее время?

Библиографический список к пункту 6.3.2

1. ПП РФ от 17 июня 2004 г. № 294 «О Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии» (с изм. на 7 ноября 2008 года).

2. Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изм. на 18.12.2006).

3. ПП РФ от 25 декабря 1998 г. № 1540 «О применении технических устройств на опасных производственных объектах».

4. ПП РФ от 30.07.2004№ 401 (с изм. от 29.05.2008) «О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору».

6.3.3. Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности

Основными задачами производственного контроля являются [1]:

а) обеспечение соблюдения требований промышленной безопасности в эксплуатирующей организации;

б) анализ состояния промышленной безопасности в эксплуатирующей организации, в том числе путем организации проведения соответствующих экспертиз;

в) разработка мер, направленных на улучшение состояния промышленной безопасности и предотвращение ущерба окружающей среде;

г) контроль за соблюдением требований промышленной безопасности, установленных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами;

д) координация работ, направленных на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности к локализации аварий и ликвидации их последствий;

е) контроль за своевременным проведением необходимых испытаний и технических освидетельствований технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, ремонтом и поверкой контрольных средств измерений;

ж) контроль за соблюдением технологической дисциплины.

Каждая эксплуатирующая организация на основании этих Правил разрабатывает положение о производственном контроле с учетом профиля производственного объекта.

Положение о производственном контроле утверждается руководителем эксплуатирующей организации при обязательном согласовании с территориальными органами Ростехнадзора, а в отношении эксплуатирующих организаций, подведомственных федеральным органам исполнительной власти, которым в установленном порядке предоставлено право осуществлять в пределах своих полномочий отдельные функции нормативно-правового регулирования, специальные разрешительные, контрольные или надзорные функции в области промышленной безопасности, – также с этими федеральными органами исполнительной власти.

Производственный контроль является составной частью системы управления промышленной безопасностью и осуществляется эксплуатирующей организацией путем проведения комплекса мероприятий, направленных на обеспечение безопасного функционирования опасных производственных объектов, а также на предупреждение аварий на этих объектах и обеспечение готовности к локализации аварий и инцидентов и ликвидации их последствий.

Ответственность за организацию и осуществление производственного контроля несут руководитель эксплуатирующей организации и лица, на которых возложены такие обязанности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Федеральные органы исполнительной власти и Российская академия наук обеспечивают деятельность по организации и осуществлению производственного контроля на подведомственных им опасных производственных объектах.

Производственный контроль в эксплуатирующей организации осуществляют назначенный решением руководителя организации работник или служба производственного контроля.

Функции лица, ответственного за осуществление производственного контроля, рекомендуется возлагать:

– на одного из заместителей руководителя эксплуатирующей организации – если численность занятых на опасных производственных объектах работников составляет менее 150 человек;

– на специально назначенного работника – если численность занятых на опасных производственных объектах работников составляет от 150 до 500 человек;

– на руководителя службы производственного контроля – если численность занятых на опасных производственных объектах работников составляет более 500 человек.

Работник, ответственный за осуществление производственного контроля, должен иметь:

- высшее техническое образование, соответствующее профилю производственного объекта;
- стаж работы не менее 3 лет на соответствующей работе на опасном производственном объекте отрасли;
- удостоверение, подтверждающее прохождение аттестации по промышленной безопасности.

Обязанности и права работника, ответственного за осуществление производственного контроля, определяются в положении о производственном контроле, утверждаемом руководителем эксплуатирующей организации, а также в должностной инструкции и заключаемом с этим работником договоре (контракте).

Работник, ответственный за осуществление производственного контроля, обязан:

а) обеспечивать проведение контроля за соблюдением работниками опасных производственных объектов требований промышленной безопасности;

б) разрабатывать план работы по осуществлению производственного контроля в подразделениях эксплуатирующей организации;

в) проводить комплексные и целевые проверки состояния промышленной безопасности, выявлять опасные факторы на рабочих местах;

г) ежегодно разрабатывать план мероприятий по обеспечению промышленной безопасности на основании результатов проверки состояния промышленной безопасности и аттестации рабочих мест;

д) организовывать разработку планов мероприятий по локализации аварий и инцидентов и ликвидации их последствий;

е) организовывать работу по подготовке проведения экспертизы промышленной безопасности опасных производственных объектов;

ж) участвовать в техническом расследовании причин аварий, инцидентов и несчастных случаев;

з) проводить анализ причин возникновения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах и осуществлять хранение документации по их учету;

и) организовывать подготовку и аттестацию работников в области промышленной безопасности;

к) участвовать во внедрении новых технологий и нового оборудования;

л) доводить до сведения работников опасных производственных объектов информацию об изменении требований промышленной безопасности, устанавливаемых нормативными правовыми актами, обеспечивать работников указанными документами;

м) вносить руководителю организации предложения:

о проведении мероприятий по обеспечению промышленной безопасности;

об устранении нарушений требований промышленной безопасности;

о приостановлении работ, осуществляемых на опасном производственном объекте с нарушением требований промышленной безопасности, создающих угрозу жизни и здоровью работников, или работ, которые могут привести к аварии или нанести ущерб окружающей природной среде;

об отстранении от работы на опасном производственном объекте лиц, не имеющих соответствующей квалификации, не прошедших своевременно подготовку и аттестацию по промышленной безопасности;

о привлечении к ответственности лиц, нарушивших требования промышленной безопасности;

н) проводить другие мероприятия по обеспечению требований промышленной безопасности.

Работник, ответственный за осуществление производственного контроля, обеспечивает контроль за:

а) выполнением условий лицензий на виды деятельности в области промышленной безопасности;

б) строительством или реконструкцией опасных производственных объектов, а также за ремонтом технических устройств, используемых на опасных произ-

водственных объектах, в части соблюдения требований промышленной безопасности;

в) устранением причин возникновения аварий, инцидентов и несчастных случаев;

г) своевременным проведением соответствующими службами необходимых испытаний и технических освидетельствований технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, ремонтом и поверкой контрольных средств измерений;

д) наличием сертификатов соответствия требованиям промышленной безопасности на применяемые технические устройства;

е) выполнением предписаний Ростехнадзора и его территориальных органов, а также соответствующих федеральных органов исполнительной власти по вопросам промышленной безопасности.

Работник, ответственный за осуществление производственного контроля, имеет право:

а) осуществлять свободный доступ на опасные производственные объекты в любое время суток;

б) знакомиться с документами, необходимыми для оценки состояния промышленной безопасности в эксплуатирующей организации;

в) участвовать в разработке и пересмотре деклараций промышленной безопасности;

г) участвовать в деятельности комиссии по расследованию причин аварий, инцидентов и несчастных случаев на опасных производственных объектах;

д) вносить руководителю организации предложения о поощрении работников, принимавших участие в разработке и реализации мер по повышению промышленной безопасности.

Эксплуатирующие организации представляют информацию об организации производственного контроля в территориальные органы Ростехнадзора, а эксплуатирующие организации, подведомственные указанным в пункте 3 [3] – также в эти федеральные органы исполнительной власти или в их территориальные органы. Информация по планам на текущий год и по итогам прошедшего года представляется в сроки, устанавливаемые соответствующими федеральными органами исполнительной власти.

В информации об организации производственного контроля должны содержаться следующие сведения:

а) план мероприятий по обеспечению промышленной безопасности на текущий год;

б) организация системы управления промышленной безопасностью;

в) фамилия работника, ответственного за осуществление производственного контроля, его должность, образование, стаж работы по специальности, дата последней аттестации по промышленной безопасности;

г) количество опасных производственных объектов с описанием основных потенциальных источников опасности и возможных последствий аварий;

д) выполнение плана мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, результаты проверок, устранение нарушений, выполнение предписаний Ростехнадзора России и соответствующих федеральных органов исполнительной власти;

е) план мероприятий по локализации аварий и инцидентов и ликвидации их последствий;

ж) копии договора страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;

з) состояние оборудования, применяемого на опасном производственном объекте и подлежащего обязательной сертификации;

и) освидетельствование и контрольные испытания опасных производственных объектов;

к) план проведения контрольно-профилактических проверок на следующий год;

л) оценка готовности работников эксплуатирующей организации к действиям во время аварии;

м) описание аварий и несчастных случаев, происшедших на опасном производственном объекте, анализ причин их возникновения и принятые меры;

н) подготовка и аттестация руководителей, специалистов и других работников, занятых на опасных производственных объектах, в области промышленной безопасности.

Контрольные вопросы к пункту 6.3.3

1. Основные задачи производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных промышленных объектах?
2. Кто утверждает Положение о производственном контроле в организации?
3. На кого возлагаются функции ответственного за осуществление производственного контроля в организации?
4. Какие обязанности возлагаются на работника, ответственного за осуществление производственного контроля?
5. Какие права имеет работник, ответственный за осуществление производственного контроля?
6. Какие сведения должны содержаться в информации об организации производственного контроля, представляемой организацией в территориальные органы Ростехнадзора?

Библиографический список к пункту 6.3.3

1. ПП РФ от 10 марта 1999 г. № 263 «Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте».

6.3.4. Порядок расследования причин аварий и несчастных случаев на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору

Расследование аварий на технических объектах проводится в соответствии с порядком проведения технического расследования причин аварий

и инцидентов на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору [1].

Порядок определяет процедуру проведения технического расследования причин аварий и инцидентов на объектах, поднадзорных Службе, эксплуатируемых организациями, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, на территории Российской Федерации, в том числе оформления, регистрации, учета и анализа материалов проведенного технического расследования.

Порядок устанавливает обязательные требования (правила) процедурного характера для работников организаций, связанных в силу своих функциональных или должностных обязанностей с необходимостью установления обстоятельств и причин происшедших аварий и инцидентов на объектах, поднадзорных Службе, участвующих в составе назначаемых комиссий по техническому расследованию, а также привлекаемых к участию в проведении технического расследования причин аварий и инцидентов на объектах, поднадзорных Службе.

Аварии, приведшие к чрезвычайным ситуациям, классификация которых определена [2, 3], расследуются как чрезвычайные ситуации.

По каждому факту возникновения аварии, инцидента на объектах, поднадзорных Службе, осуществляется техническое расследование их причин.

Успешному проведению технического расследования причин аварии на объектах, поднадзорных Службе, способствует незамедлительное, в соответствии с установленным ее руководителем порядком передачи информации о таких происшествиях (авариях, в том числе о несчастных случаях, происшедших в результате аварии), информирование об аварии Службы и ее территориального органа, осуществляющего надзор за объектом, вышестоящего органа или организации (при наличии таковых), органа местного самоуправления, государственной инспекции труда по субъекту Российской Федерации, профсоюзной организации, страховой компании, с которой заключен договор страхования ответственности рисков за причинение вреда жизни, здоровью, имуществу других лиц и окружающей природной среде в случае аварии, территориального органа прокуратуры.

Передача оперативного сообщения о происшедшей аварии осуществляется по факсу либо при отсутствии такой возможности устно по телефону.

Организацией (ее руководителем или лицом, его замещающим), эксплуатирующей объект, на котором произошла авария должны быт предприняты:

- меры по защите жизни и здоровья работников, окружающей среды, а также собственности организации и третьих лиц от воздействия негативных последствий аварии;

• меры по сохранению сложившейся обстановки на месте аварии до начала расследования ее причин, за исключением тех случаев, когда необходимо вести работы по ликвидации аварии и сохранению жизни и здоровья людей. В случае невозможности сохранения обстановки на месте аварии обеспечивается ее документирование (фотографирование, видео- и аудиозапись и др.) к началу проведения работ по локализации и ликвидации аварии, обеспечение сохранности и передачи указанных материалов специальной комиссии по техническому расследованию причин аварии;

• мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварии на объекте;

• техническое расследование причин аварии (кроме случаев, предусмотренных Порядком) и приняты мер по устранению и профилактике причин, способствовавших возникновению аварии;

• содействие деятельности комиссии по техническому расследованию причин аварии.

За бездействие в случае возникновения аварии или непринятие конкретных мер по локализации и снижению негативного воздействия последствий аварии, в том числе невыполнение требований, предусмотренных Порядком, руководитель организации, эксплуатирующей поднадзорный Службе объект, или лицо, его замещающее, несут ответственность в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

Действующий документ предусматривает порядок технического расследования аварий и инцидентов, оформления, учета и анализа материалов расследования с учетом того, что авария или инцидент произошли на опасном производственном объекте, на объекте энергетики и гидросооружении, на объекте использования атомной энергии, на поднадзорных Службе объектах в тех случаях, когда в результате аварий и инцидентов имело место негативное воздействие на окружающую среду, на объектах градостроительной деятельности.

Проведение технического расследования причин аварии

Техническое расследование причин аварии на опасном производственном объекте, объекте энергетики и гидросооружении направлено на установление обстоятельств и причин аварии, размера причиненного вреда, ответственных лиц, виновных в происшедшей аварии, а также на разработку мер по устранению ее последствий и профилактических мероприятий по предупреждению аналогичных аварий на данном и других поднадзорных Службе объектах.

На опасном производственном объекте техническое расследование причин аварии проводится специальной комиссией, возглавляемой представителем Службы или ее территориального органа. Комиссия по техническому расследованию причин аварии на опасном производственном объекте назначается приказом по территориальному органу Службы или в зависимости от характера и возможных последствий аварии приказом по Службе в срок не позднее одних суток после получения оперативного сообщения об аварии.

В состав комиссии по техническому расследованию причин аварии на опасном производственном объекте включаются (по согласованию) представители субъекта Российской Федерации и (или) органа местного самоуправления, на территории которых располагается опасный производственный объект, организации, эксплуатирующей опасный производственный объект (но не более 50% членов комиссии), вышестоящего органа (организации) (при наличии таковых), профсоюзных организаций, страховых компаний и других организаций в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

При аварии, происшедшей на опасном производственном объекте, связанной с выбросом или разливом опасных веществ, в состав комиссии по техническому расследованию причин аварии входит инспектор отдела экологического надзора, а также для уточнения данных о последствиях аварии и уровнях загрязнения привлекаются в качестве экспертов специалисты центров лабораторного анализа и технических измерений (ЦЛАТИ).

В состав комиссии по техническому расследованию причин аварии должно входить нечетное число членов.

В зависимости от конкретных обстоятельств (характера и возможных последствий аварии) специальная комиссия может быть создана по решению Ростехнадзора во главе с его представителем. В состав специальной комиссии могут быть также включены представители других надзорных органов по согласованию с ними.

В соответствии со статьей 12 [4] Президент Российской Федерации или Правительство Российской Федерации могут принимать решение о создании государственной комиссии по техническому расследованию причин аварии и назначать председателя указанной комиссии.

Комиссия по техническому расследованию причин аварии должна незамедлительно приступить к работе и в течение 15 дней составить акт расследования и другие необходимые документы и материалы.

Акт расследования подписывается всеми членами комиссии. При отказе члена комиссии от подписания акта расследования к указанному документу прилагается особое мнение с аргументированным обоснованием отказа. Срок расследования может быть увеличен органом, назначившим комиссию, в зависимости от характера аварии и необходимости проведения дополнительных исследований и экспертиз.

Комиссия по техническому расследованию причин аварии может привлекать к расследованию экспертные организации или их специалистов-экспертов и специалистов в области промышленной безопасности, изысканий, проектирования, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, изготовления оборудования, страхования и в других областях.

Для проведения экспертизы причин и характера разрушений сооружений и (или) технических устройств решением комиссии по техническому расследованию аварии могут образовываться экспертные комиссии. Заключения экспертных комиссий представляются комиссии по расследованию аварии и прилагаются в качестве материалов расследования.

В ходе расследования комиссия:

- производит осмотр, фотографирование, в необходимых случаях видеосъемки, составляет схемы и эскизы места аварии и составляет протокол осмотра места аварии;
- взаимодействует со спасательными подразделениями;
- опрашивает очевидцев аварии, получает письменные объяснения от должностных лиц;
- выясняет обстоятельства, предшествующие аварии, устанавливает причины их возникновения;
- выясняет характер нарушения технологических процессов, условий эксплуатации оборудования;
- выявляет нарушения требований норм и правил промышленной безопасности;
- проверяет соответствие объекта или технологического процесса проектным решениям;
- проверяет качество принятых проектных решений;
- проверяет соответствие области применения оборудования;
- проверяет наличие и исправность средств защиты;
- проверяет квалификацию обслуживающего персонала;
- устанавливает причины аварии и сценарий ее развития на основе опроса очевидцев, рассмотрения технической документации, экспертного заключения и результатов осмотра места аварии и проведенной проверки;
- определяет допущенные нарушения требований промышленной безопасности и лиц, допустивших эти нарушения;
- предлагает меры по устранению причин аварии, предупреждению возникновения подобных аварий;
- определяет размер причиненного вреда, включающего прямые потери, социально-экономические потери, потери из-за неиспользованных возможностей, а также вред, причиненный окружающей природной среде.

Расчет экономического ущерба от аварии осуществляется организацией, на объекте которой произошла авария, по методикам, утвержденным в установленном порядке.

Документ об экономических последствиях аварии подписывается руководителем организации, проводившей расчет.

Финансирование расходов на техническое расследование причин аварии осуществляется организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект, на котором произошла авария.

Расследование несчастных случаев с персоналом организации, происшедших в результате аварии, проводится в соответствии с Трудовым кодексом.

Причины несчастных случаев, происшедших с третьими лицами, не связанными трудовыми отношениями с организацией, на которой произошла авария, не подпадающими под действие Трудового кодекса, устанавливаются при расследовании причин аварии, вызвавшей несчастные случаи.

Оформление, учет и анализ материалов технического расследования причин аварии

Материалы технического расследования причин аварии на поднадзорном Службе объекте (далее – материалы технического расследования) включают в себя:

– приказ соответствующего органа о назначении комиссии по техническому расследованию причин аварии;

– акт расследования причин аварии;

– протокол осмотра места аварии с необходимыми графическими, фото- и видеоматериалами в цветном изображении;

– письменное решение председателя комиссии о назначении экспертных групп (если в этом есть необходимость) и другие решения председателя комиссии;

– заключения экспертных групп об обстоятельствах и причинах аварии с необходимыми расчетами, графическими материалами и т.п.;

– докладные записки военизированных горноспасательных частей, газоспасательных служб, противофонтанных военизированных частей и служб организации о ходе ликвидации аварии, если они принимали в ней участие;

– протоколы опроса очевидцев и объяснения лиц, причастных к аварии, а также должностных лиц, ответственных за соблюдение требований промышленной безопасности, безопасности объектов энергетики и гидросооружений;

– заверенные копии протоколов и удостоверений об обучении и аттестации персонала, обслуживающего поднадзорный Службе объект, и заверенные выписки из журналов инструктажей по охране труда;

– справки о размере причиненного вреда и оценке экономического ущерба (в том числе экологического) от аварии;

– акт о несчастном случае (тяжелом, групповом, со смертельным исходом) на производстве по установленному образцу (при наличии пострадавших);

– копию договора (полиса) страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации объекта;

– сведения о нарушениях требований нормативных технических документов по промышленной безопасности, безопасности объектов энергетики и гидросооружений (с указанием конкретных пунктов документов);

– справку о причинах несвоевременного сообщения об аварии в территориальный орган Службы (при сроке задержки более суток);

– другие материалы, характеризующие аварию, обстоятельства и причины ее возникновения и дальнейшего развития.

Конкретный перечень материалов технического расследования причин аварии определяется председателем комиссии в зависимости от характера и обстоятельств аварии. К материалам технического расследования причин аварии в обязательном порядке прилагается опись всех включаемых документов.

Комиссией по техническому расследованию причин аварии принимаются к рассмотрению подлинники (оригиналы) документов, с которых при необходимости снимаются копии и/или делаются выписки. Копии документов и/или выписки

заверяются должностным лицом организации, в которой произошла авария. Представляемые документы не должны содержать подчисток и ненадлежаще оформленных, не заверенных в установленном порядке поправок и дополнений.

Не позднее трех дней после окончания расследования по одному комплекту материалов технического расследования направляется организацией, на объекте или с техническим устройством которой произошла авария, в территориальный орган Службы, проводивший расследование, в соответствующие органы (организации), представители которых принимали участие в работе комиссии по техническому расследованию причин аварии, и в другие органы (организации), определенные председателем комиссии. Документ, подтверждающий направление материалов технического расследования в указанные органы (организации), представляется председателю комиссии.

Не позднее тридцати дней после окончания технического расследования причин аварии материалы технического расследования причин аварии и предлагаемые меры по их предупреждению, в зависимости от масштабов аварии, рассматриваются на совещаниях (коллегиях) Службы или ее территориальных органов либо на совещаниях управлений центрального аппарата Службы по соответствующим видам надзора, у заместителя руководителя и руководителя Службы.

По результатам рассмотрения материалов технического расследования причин аварии могут быть приняты следующие решения:

- о согласовании выводов комиссии по техническому расследованию причин аварии;
- об изменении выводов комиссии по техническому расследованию причин аварии;
- о проведении дополнительного расследования тем же составом комиссии по техническому расследованию причин аварии;
- о проведении повторного расследования другим составом комиссии.

Решение совещания (коллегии) территориальных органов Службы по рассмотрению результатов технического расследования причин аварии прилагается к материалам технического расследования причин аварии либо направляется в центральный аппарат Службы после отправки материалов технического расследования причин аварии, но не позднее чем через 30 календарных дней после окончания технического расследования причин аварии.

Учет аварий ведется организацией, эксплуатирующей поднадзорный Службе объект, в специальном журнале по образцу приложения № 5 к настоящему Порядку и один раз в полугодие, при наличии аварий, информация об авариях и их причинах представляется в территориальный орган Службы, на подконтрольной территории которого располагается эксплуатируемый объект.

Организация, эксплуатирующая поднадзорный Службе объект, по мотивированным запросам федеральных органов исполнительной власти или их территориальных органов, органов власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления предоставляет информацию о причинах возникновения аварий и принимаемых мерах по их устранению (предупреждению) в течение трех дней после получения запроса.

В территориальном органе Службы в установленном Службой порядке организуется учет, обобщение и анализ информации о происшедших авариях, их причинах и принятых мерах по предотвращению подобных аварий.

Обобщенная информация о результатах анализа, принятых мерах по повышению качества расследования аварий и результатах контроля за выполнением мероприятий по предупреждению аварий приводится в пояснительной записке к отчету территориальных органов Службы о результатах деятельности за отчетный год.

На основании анализа причин аварий, произошедших на опасных производственных объектах, объектах энергетики и гидросооружениях, Служба при необходимости вносит в пределах установленной компетенции соответствующие дополнения и изменения в действующие нормативные правовые акты, содержащие требования по безопасному ведению работ на поднадзорных Службе объектах.

Контрольные вопросы к пункту 6.3.4

1. Какой документ регламентирует порядок расследования причин аварий на технических объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору**?**
2. Какие аварии подлежат техническому расследованию?
3. Что должна сделать организация, эксплуатирующая объект, поднадзорный Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору в случае возникновения на нем аварии?
4. Каковы цели технического расследования причин аварий?
5. Что влияет на формирование состава комиссии для технического расследования причин аварии?
6. Каковы задачи комиссии по техническому расследованию причин аварии?
7. Как оформляются материалы технического расследования аварий?
8. Каков порядок учета аварий на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору?

Библиографический список к пункту 6.3.4

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и томному надзору от 23 апреля 2008 года № 261 «Порядок проведения технического расследования причин аварий и инцидентов на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (РД-03-28-2008)».
2. ПП РФ от 21 мая 2007 года № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. Методические рекомендации по классификации аварий и инцидентов на опасных производственных объектах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности» (РД 09-398-01).
4. Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изм. на 18.12.2006).

6.4. Обеспечение экологической безопасности

Современное взаимодействие человечества и природы характеризуется во многом антропогенным загрязнением окружающей человека природной среды. Под загрязнением необходимо понимать любые изменения атмосферного воздуха, почвы, водоемов и других элементов природы, которые выводят систему из состояния равновесия.

Решение проблемы загрязнения окружающей среды должно идти по следующим направлениям:

- изучение, моделирование и прогноз процессов загрязнения и борьбы с ними;
- создание промышленных и иных комплексов, реализующих малоотходные, ресурсосберегающие технологии;
- разработка и внедрение технических методов и средств предотвращения загрязнения и очистки;
- развитие и широкое использование биологических методов очистки;
- применение маловодных технологий и замкнутых, бессточных водных систем;
- обеспечение вторичного использования отходов производства и вышедших из эксплуатации изделий;
- рациональная планировка застройки и расположения производственных объектов;
- организация экологически ориентированного управления объектами экономики на всех уровнях: федеральном, региональном, местном.

Природоохранные мероприятия можно разделить на две группы:

1) проводимые с целью предотвращения загрязнения окружающей среды;
2) направленные на ликвидацию последствий загрязнений.

Важнейшим в решении экологических задач является переход на малоотходное и ресурсосберегающее производство, часто называемое «безотходное производство».

Безотходным можно назвать производство, при котором происходит комплексная переработка первичного сырья в нескольких стадиях (самостоятельных производств), что в конечном итоге приводит к полному использованию всех компонентов сырья или, в крайнем случае, получении небольшого количества совершенно безвредных отходов.

Малоотходное производство можно характеризовать следующим образом:

- предельно ограниченное, точно рассчитанное и обоснованное использование первичных ресурсов;
- создание таких конструкций изделий, включая упаковку и тару, которые обеспечили бы их вторичное использование, в том числе как вторичные ресурсы;
- полный отказ от использования экологически грязных технологий, максимально возможная замена ядерных и химических производств;
- уменьшение энергозатрат;

- максимальное уменьшение материалоемкости изделий;
- полная замена материалов, оказывающих особое вредное влияние на окружающую среду, типа фреонов, источников летучих органических соединений и т. п.;
- максимальное использование вторичных ресурсов, переход на полную переработку использованных изделий и отходов производства;
- обеспечение такого уровня очистки газов, который позволил бы исключить любое загрязнение атмосферы, широко используя биологические методы;
- исключение любых сбросов в водную среду, в первую очередь за счет создания замкнутых водооборотов и применения маловодных технологий;
- полный переход от мероприятий по уменьшению вредных выбросов и очистке к политике предупреждения и предотвращения загрязнения.

Согласно Конституции Российской Федерации к совместному ведению Российской Федерации и субъектов Российской Федерации (ст. 72) относятся вопросы владения, пользования и распоряжения землей, недрами, водными и другими природными богатствами; природопользование, охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности, особо охраняемые природные территории.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [1] является базовым законом, на основании которого строится все природоохранное законодательство Российской Федерации. Закон определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Закон регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации.

Хозяйственная и иная деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе следующих принципов (ст. 3):

- соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;
- обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;
- охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;

• ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;

• платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;

• презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности;

• обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;

• обязательность проведения в соответствии с законодательством Российской Федерации проверки проектов и иной документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказать негативное воздействие на окружающую среду, создать угрозу жизни, здоровью и имуществу граждан, на соответствие требованиям технических регламентов в области охраны окружающей среды;

• сохранение биологического разнообразия;

• соблюдение права каждого на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды, а также участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду, в соответствии с законодательством;

• ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды;

• организация и развитие системы экологического образования, воспитание и формирование экологической культуры;

• участие граждан, общественных и иных некоммерческих объединений в решении задач охраны окружающей среды;

• международное сотрудничество Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

В статье 5 Федерального Закона определены полномочия органов государственной власти Российской Федерации в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, к которым относятся:

• разработка и издание федеральных законов и иных нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды и контроль за их применением;

• разработка, утверждение и обеспечение реализации федеральных программ в области экологического развития Российской Федерации;

• установление порядка осуществления государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга);

• установление порядка осуществления государственного контроля в области охраны окружающей среды, в том числе на объектах хозяйственной и иной деятельности независимо от форм собственности, находящихся в ведении Российской Федерации, объектах, способствующих трансграничному загрязнению окружающей среды и оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (федеральный государственный экологический контроль);

• обеспечение охраны морской среды на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации;

• установление порядка определения размера платы за выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов и другие виды негативного воздействия на окружающую среду;

• организация и проведение государственной экологической экспертизы; взаимодействие с субъектами Российской Федерации по вопросам охраны окружающей среды;

• установление порядка ограничения, приостановления и запрещения хозяйственной и иной деятельности, осуществляемой с нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, и их осуществление;

• предъявление исков о возмещении вреда окружающей среде, причиненного в результате нарушения законодательства в области охраны окружающей среды;

• организация и развитие системы экологического образования, формирование экологической культуры;

• обеспечение населения достоверной информацией о состоянии окружающей среды;

• установление порядка лицензирования отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды и его осуществление;

• осуществление международного сотрудничества Российской Федерации в области охраны окружающей среды и т.д.

К полномочиям органов государственной власти субъектов Российской Федерации в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды (ст. 6), относятся:

• право принятия и реализации региональных программ в области охраны окружающей среды;

• участие в осуществлении государственного мониторинга окружающей среды, осуществление государственного контроля (государственного экологического контроля) на объектах хозяйственной и иной деятельности независимо от форм собственности, находящихся на территории субъекта Российской Федерации, за исключением объектов хозяйственной и иной деятельности, подлежащих федеральному государственному экологическому контролю;

• ведение учета объектов и источников негативного воздействия на окружающую среду, государственный экологический контроль и др.

К полномочиям органов местного самоуправления относится организация сбора, утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов и др.

В Федеральном законе сформулированы основные требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности (статьи 34–39).

Общим и основным требованием является обязанность субъектов указанной деятельности соблюдать законодательство в области охраны окружающей среды и обязанность предусматривать мероприятия по охране окружающей среды,

восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности с учетом ближайших и отдаленных экологических, экономических, демографических и иных последствий эксплуатации указанных объектов и соблюдением приоритета сохранения благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

При размещении, проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию новых и реконструированных объектов, при техническом перевооружении действующих объектов граждане, индивидуальные предприниматели, юридические лица обязаны осуществлять меры по максимально возможному снижению выброса загрязняющих веществ с использованием малоотходной и безотходной технологии, комплексного использования природных ресурсов а также мероприятия по улавливанию, обезвреживанию и утилизации вредных выбросов и отходов. Так, запрещается проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию объектов, являющихся источниками загрязнения атмосферы, на территориях с уровнями загрязнения, превышающими установленные гигиенические нормативы.

Реконструкция и техническое перевооружение действующих объектов разрешаются на таких территориях при условии сокращения на них выбросов в атмосферу до предельно допустимых выбросов..

Согласно ст. 36 при проектировании зданий, строений, сооружений и иных объектов должны применяться ресурсосберегающие, малоотходные, безотходные и иные наилучшие существующие технологии, способствующие охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов. Контроль за внедрением малоотходных и безотходных технологий обеспечивают Министерство природных ресурсов России и его территориальные органы при осуществлении государственного контроля за охраной атмосферного воздуха.

Под наилучшей существующей технологией понимается технология, основанная на последних достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду и имеющая установленный срок практического применения с учетом экономических и социальных факторов.

Проекты новых и реконструируемых (или перепрофилируемых) производственных объектов, не содержащие эффективных решений по снижению влияния вредных производственных факторов, охране окружающей среды от загрязнения промышленными выбросами, сбросами и отходами, по обеспечению работающих необходимым комплексом санитарно-бытового и лечебно-профилактического обслуживания, а также другими профилактическими средствами, требуемыми санитарными правилами, к реализации не допускаются.

Площадка для строительства выбирается на предпроектной стадии при обосновании инвестиций, на основании материалов, представляемых заказчиком в объеме, позволяющем дать заключение о возможности размещения производственного объекта.

Площадка для строительства новых и расширения существующих объектов выбирается с учетом аэроклиматической характеристики, рельефа местности, закономерностей распространения промышленных выбросов в атмосфере, потенциала загрязнения атмосферы, с подветренной стороны по отношению к жилой, рекреационной, курортной зоне, зоне отдыха населения.

Не допускается размещать новые производственные объекты на рекреационных территориях (водных, лесных, ландшафтных), в зонах санитарной охраны источников водоснабжения, водоохранных и прибрежных зонах рек, морей и охранных зонах курортов. На территориях с превышением показателей фонового загрязнения выше допустимых гигиенических нормативов возможно размещение производственных объектов, воздействие которых на среду обитания и здоровье человека не распространяется за пределами промышленной площадки. Для действующих объектов, являющихся источниками загрязнения среды обитания, допускается проведение реконструкции, расширения, перепрофилирования при условии определения проектом мероприятий по предупреждению негативного воздействия на среду обитания.

Размещение предприятий, сооружений и других объектов должно обеспечивать соблюдение действующих санитарных правил и гигиенических нормативов по условиям труда, качеству атмосферного воздуха, воде, почве, а также уровней воздействия физических факторов.

Для производственных объектов с технологическими процессами, являющимися источниками неблагоприятного воздействия на среду обитания и здоровья человека, устанавливаются санитарно-защитные зоны в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств, объектов. Размер зон ее организация и благоустройство определяются в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [7].

Достаточность размера ширины зон подтверждается расчетами прогнозируемых уровней загрязнения атмосферного воздуха, распространения шума, вибрации, электромагнитных полей, радиации и др. факторов с учетом фонового загрязнения среды обитания, а также результатов лабораторных исследований в районах размещения аналогичных действующих объектов. Свободные от застройки и дорог территории производственных объектов следует благоустраивать и озеленять.

Экологические требования при проектировании зданий, строений, сооружений и иных объектов

В соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации [2] проектная документация объектов капитального строительства подлежит государственной экспертизе. В проектную документацию включен раздел «Перечень мероприятий по охране окружающей среды», который должен содержать [3]:

а) результаты оценки воздействия объекта капитального строительства на окружающую среду;

б) перечень мероприятий по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружаю-

щую среду и рациональному использованию природных ресурсов на период строительства и эксплуатации объекта капитального строительства, включающий:

– результаты расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ, анализ и предложения по предельно допустимым и временно согласованным выбросам;

– обоснование решений по очистке сточных вод и утилизации обезвреженных элементов, по предотвращению аварийных сбросов сточных вод;

– мероприятия по охране атмосферного воздуха;

– мероприятия по оборотному водоснабжению для объектов производственного назначения;

– мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова, в том числе мероприятия по рекультивации нарушенных или загрязненных земельных участков и почвенного покрова;

– мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов;

– мероприятия по охране недр – для объектов производственного назначения;

– мероприятия по охране объектов растительного и животного мира и среды их обитания (при наличии объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и красные книги субъектов Российской Федерации, отдельно указываются мероприятия по охране таких объектов);

– мероприятия по минимизации возникновения возможных аварийных ситуаций на объекте капитального строительства и последствий их воздействия на экосистему региона;

– мероприятия, технические решения и сооружения, обеспечивающие рациональное использование и охрану водных объектов, а также сохранение водных биологических ресурсов (в том числе предотвращение попадания рыб и других водных биологических ресурсов в водозаборные сооружения) и среды их обитания, в том числе условий их размножения, нагула, путей миграции (при необходимости);

– программу производственного экологического контроля (мониторинга) за характером изменения всех компонентов экосистемы при строительстве и эксплуатации объекта, а также при авариях;

в) перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий и компенсационных выплат;

г) ситуационный план (карту-схему) района строительства с указанием на нем границ земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства, границ санитарно-защитной зоны, селитебной территории, рекреационных зон, водоохранных зон, зон охраны источников питьевого водоснабжения, мест обитания животных и растений, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красные книги субъектов Российской Федерации, а также мест нахождения расчетных точек;

д) ситуационный план (карту-схему) района строительства с указанием границ земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства, расположения источников выбросов в атмосферу загрязняющих веществ и устройств по очистке этих выбросов;

е) карты-схемы и сводные таблицы с результатами расчетов загрязнения атмосферы при неблагоприятных погодных условиях и выбросов по веществам и комбинациям веществ с суммирующимися вредными воздействиями – для объектов производственного назначения;

ж) ситуационный план (карту-схему) района с указанием границ земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства, с указанием контрольных пунктов, постов, скважин и иных объектов, обеспечивающих отбор проб воды из поверхностных водных объектов, а также подземных вод, – для объектов производственного назначения.

Защита атмосферного воздуха

В соответствии с Федеральным законом «Об охране атмосферного воздуха» [4] атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Федеральный закон устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха и направлен на реализацию конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о ее состоянии.

Нормируемыми параметрами вредных веществ в атмосферном воздухе является максимально разовая и среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) [5]. В жилой зоне и на других территориях проживания должны соблюдаться ПДК и 0,8 ПДК – в местах массового отдыха, размещения лечебно-профилактических учреждений [6]. Предприятия с технологическими процессами, являющимися источником негативного воздействия на среду обитания и здоровье человека, необходимо отделить от жилой застройки санитарно-защитными зонами [7]. Ширина санитарно-защитной зоны устанавливается с учетом санитарной классификации предприятий.

В соответствии с [7] юридические лица, имеющие источники выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, а также вредного физического воздействия на него, разрабатывают и осуществляют мероприятия по охране атмосферного воздуха. В целях государственного регулирования выбросов устанавливаются технические нормативы выбросов и предельно допустимые выбросы. После определения норматива выброса необходимо получить разрешение на выброс.

Для соблюдения норматива выбросов необходимо использовать системы очистки воздуха от пыли, газов, паров. Запрещается внедрение новой техники, технологий, материалов, веществ и другой продукции, если они не отвечают установленным законодательством требованиям.

Защита атмосферного воздуха от загрязнений включает в себя:

- вывод загрязненного воздуха и иных газов из зоны рабочего места и помещения в целом;

• улавливание и сбор загрязняющих веществ в системе вентиляции;

• сбор улавливаемых загрязняющих веществ в специальных установках с последующими использованием или утилизацией.

Системы для очистки вентиляционных, технологических и иных выбросов в атмосферу разделяют на следующие группы:

• пылеуловители (сухие, мокрые, электрические, фильтры);

• туманоуловители (низко- и высокоскоростные);

• для улавливания паров и газов (абсорбционные, хемосорбционные, адсорбционные, нейтрализаторы);

• многоступенчатые системы очистки.

Защита водных объектов

Загрязнение воды стало многообразным и повсеместным явлением. Основные загрязнители – промышленные отходы, бытовые отходы и канализация, сточные воды, использованная в различных технологических процессах, в том числе как охладитель, вода и т. д.

При использовании водных объектов для водопотребления и водоотведения необходимо соблюдать Водный кодекс и другие законодательные документы [8, 9, 10].

Забор водных ресурсов из поверхностных водных объектов, использование их акватории для рекреационных целей или для целей производства электрической энергии осуществляется на основании договора водопользования. За забор водных ресурсов в объеме, превышающем установленный договором водопользования, уплачивается штраф в пятикратном размере ставки платы за пользование водным объектом. Использование замкнутых водооборотных систем позволяет сократить расход воды.

Для защиты источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения предусмотрены зоны санитарной охраны, в которых должны проводиться мероприятия по трем поясам.

Водные объекты, находящиеся в федеральной собственности, собственности субъектов РФ или муниципальных образований, предоставляются в пользование для сброса сточных и дренажных вод, размещение и строительства гидротехнических сооружений, мостов, подводных переходов, коммуникаций и других видов пользования.

Предприятие должно получить в Ростехнадзоре разрешение на сбросы, отсутствие которого служит основанием для принятия мер административного воздействия. Основным условием получения разрешения является наличие у предприятия утвержденных нормативов допустимого сброса.

Для соблюдения нормативов допустимого сброса применяется очистка сточных вод, в том числе локальная очистка только от характерных для данного вида стоков загрязнений для их повторного использования в том же производстве. Это оказывается существенно дешевле их полной очистки.

Защита земель и почв

Участниками земельных отношений в соответствии с Земельным кодексом [11] являются граждане, юридические лица, Российская Федерация, субъекты РФ и муниципальные образования. Объектами земельных отношений является земля как природный объект и природный ресурс, земельные участки. Земли в РФ по целевому назначению подразделяются на следующие категории: земли сельскохозяйственного назначения, поселений, промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности, земли особо охраняемых территорий и объектов, лесного и водного фондов.

Ограничение вредных химических веществ в почве осуществляется соблюдением ПДК почвы с лимитирующими показателями: транслокационным, миграционным воздушным, миграционным водным и общесанитарным [12].

Управление отходами

Правовое регулирование в области обращения с отходами определяется Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» [13]. Федеральный Закон определяет правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия отходов производства и потребления на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

Отходы производства и потребления – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция) утратившие свои потребительские свойства. Обращение с отходами подразумевает исполнение следующих основных требований законодательства: инвентаризация отходов; установление класса опасности; составление паспорта отходов; ведение первичного учета отходов; лицензирование деятельности по обращению с отходами 1–4 классов опасности; разработку проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение; получение разрешительных документов (лимита) на размещение отходов.

Применение безотходных и малоотходных технологий позволяет сберегать ресурсы и предотвратить загрязнение окружающей среды.

Плата за загрязнение окружающей среды

Негативное воздействие на окружающую среду является платным. К видам негативного воздействия относится:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников;
- сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты и на водосборные площади;
- размещение отходов производства и потребления.

Расчет платы производится исходя из фактических объемов загрязнения: массы загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу и в водные объекты, массы размещаемых отходов производства и потребления. Расчет ведется по каждому виду загрязняющего вещества и виду отхода с учетом базовых нормативов платы [14, 15], коэффициентов экологической ситуации территории экономических районов РФ и бассейнов морей и рек, а также коэффициентов индексации (устанавливаемых на каждый год). Для передвижных источников расчет платы производится исходя из фактического расхода топлива.

Срок внесения платы по итогам отчетного периода не позднее 20-го числа месяца, следующего за отчетным периодом. Отчетным периодом признается календарный квартал. Невнесение в установленные сроки платы за негативное воздействие на окружающую среду влечет наложение административного штрафа.

Контрольные вопросы к пункту 6.4

1. Перечислить основные направления решения проблемы загрязнения окружающей среды.
2. Какой закон определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды?
3. Какие принципы должны учитываться при осуществлении хозяйственной деятельности?
4. Что необходимо включить в раздел проектной документации «Перечень мероприятий по охране окружающей среды»?
5. Что является условием получения разрешения на сбросы сточных вод?
6. По каким параметрам нормируются вредные вещества в атмосферном воздухе?
7. На какие категории подразделяются земли в РФ по целевому назначению?
8. На какие группы разделяют системы для очистки технологических выбросов в атмосферу?
9. Что подразумевается под отходами производства и потребления?
10. Что необходимо учитывать при расчете платы за негативное воздействие на окружающую среду

Библиографический список к пункту 6.4

1. Федеральный закон от 22.08.2004 № 122-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (с изм. на 24.07.2007).
3. ПП РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
4. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (с изм. на 31 декабря 2005 г.).
5. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (с изм. на 3 ноября 2005 г.).

6. СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест» (с доп. от 18 августа 2008 г.).

7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (с изм., которые оформлены в виде СанПиН 2.2.1/2.1.1.2361-08 от 10 апреля 2008 г. № 25)

8. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (с изм. на 19 июня 2007 г.).

9. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

10. Приказ РФ от 17.12.2007 «Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей».

11. Земельный кодекс от 25.10.2001 № 137-ФЗ (с изм. от 22.07.2008).

12. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» (с изм. на 25 апреля 2007 года).

13. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (с изм. на 8 ноября 2007 года).

14. ПП РФ от 28.08.92 № 632 «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды негативного вредного воздействия».

15. ПП РФ от 12.06.2003 № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (с изм. на 01.07.2005).

6.5. Экспертиза хозяйственной деятельности

6.5.1. Государственная экспертиза проектов

Предметом государственной экспертизы проектной документации является оценка соответствия проектной документации требованиям технических регламентов, в том числе санитарно-эпидемиологическим, экологическим требованиям, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия, требованиям пожарной, промышленной, ядерной, радиационной и иной безопасности, а также результатам инженерных изысканий [1].

Проектная документация представляет собой документацию, содержащую материалы в текстовой форме и в виде карт (схем) и определяющую архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции объектов капитального строительства, их частей, капитального ремонта, если при его проведении затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности объектов капитального строительства.

В состав проектной документации объектов капитального строительства наряду с пояснительной запиской, схемой планировочной организации земельного

участка, архитектурными решениями, конструктивными и объемно-планировочными решениями, сведениями об инженерном оборудовании, проектом организации строительства, проектно-сметной документацией и т. д. должны входить мероприятия, обеспечивающие безопасность. К этим мероприятиям относятся:

– перечень мероприятий по охране окружающей среды;

– перечень мероприятий по обеспечению пожарной безопасности;

– перечень мероприятий по гражданской обороне, по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера для объектов использования атомной энергии, опасных и особо опасных, технически сложных и уникальных.

Государственная экспертиза проектной документации проводится федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на проведение государственной экспертизы проектной документации, или подведомственным ему государственным учреждением.

Срок проведения государственной экспертизы проектной документации определяется сложностью объекта капитального строительства, но не должен превышать три месяца. Результатом государственной экспертизы проектной документации является заключение о соответствии (положительное заключение) или несоответствии (отрицательное заключение) проектной документации требованиям технических регламентов и результатам инженерных изысканий.

Отрицательное заключение государственной экспертизы проектной документации может быть оспорено застройщиком или заказчиком в судебном порядке. Они имеют право направить повторно проектную документацию на государственную экспертизу после внесения в нее необходимых изменений.

Проектная документация может пройти также негосударственную экспертизу, которая проводится аккредитованными организациями.

6.5.2. Экологическая экспертиза

Экологическая экспертиза (ЭЭ) – установление соответствия документов и (или) документации, обосновывающих намечаемую в связи в реализацией объекта экологической экспертизы хозяйственную и иную деятельность, экологическими требованиям, установленными техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды. В целях предотвращения негативного воздействия такой деятельности на окружающую среду [2].

В связи с принятием Градостроительного кодекса, из перечня объектов экологической экспертизы исключена градостроительная и проектная документация, которая проходит государственную экспертизу, в рамках которой производится оценка соответствия проектной документации требованиям технических регламентов, в том числе экологическим требованиям.

Как самостоятельный вид экологическая экспертиза сохраняется в отношении проектов нормативно-технических и инструктивно-методических документов в области охраны окружающее среды, проектов федеральных и региональ-

ных целевых программ, предусматривающих строительство и эксплуатацию объектов хозяйственной деятельности, оказывающих воздействие на окружающую среду; проектов соглашений о разделе продукции, проектов технической документации на новые технику, технологию, использование которых может оказать воздействие на окружающую среду, а также в отношении иных видов проектов и материалов обосновывающих деятельность, которая может оказать негативное воздействие на окружающую среду.

Экологическая экспертиза сохраняется как самостоятельный вид также в отношении предпроектной и проектной документации объектов, строительство, реконструкция, капитальный ремонт которых предполагается осуществлять в исключительной экономической зоне Российской Федерации, на ее континентальном шельфе, во внутренних морских водах, в территориальном море Российской Федерации, на особо охраняемых территориях и строительных работ на указанных территориях.

ЦЕЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Обеспечение:	*Предупреждение:*
а) соблюдения норм экологического законодательства при реализации планируемой деятельности; б) научно обоснованного соответствия проектов современным экологическим требованиям	возможных отрицательных влияний реализуемых проектов на качество окружающей природной среды либо природное состояние составляющих ее компонентов, а также на здоровье и жизнь населения

Задачи экологической экспертизы:

- проверка и оценка проектных материалов в соответствии с законодательством РФ;
- обеспечение экологически грамотного регулирования качества проектных решений, при котором достигается максимально возможное снижение негативного воздействия на окружающую среду, здоровье человека с учетом последних достижений науки и техники;
- проверка установленных вариантов природоохранных решений и правильности выбора варианта;
- улучшение экологической обстановки в районе реализации проектных разработок, а также определение степени учета и отражения в проектах закономерностей взаимодействия антропогенных и экологических систем на основе использования междисциплинарных знаний экологических наук;
- проверка объективности данных о возможности реализации экспертируемых объектов в конкретных природных условиях, с учетом их влияния на природную среду, использования природных и иных материальных ресурсов, обеспечения качества жизни;
- подготовка объективных эколого-экспертных заключений.

Функции экологической экспертизы:

1. ***Природоохранная*** – своевременное проведение ЭЭ и реализация проекта с учетом рекомендаций экспертов и существующего законодательства способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду.

2. ***Превентивная*** – ЭЭ проводится после завершения предпроектной стадии до начала строительства объекта и реализации планируемой деятельности, а не анализирует уже действующие объекты (это в компетенции экологического контроля и экологического аудирования).

3. ***Прогностическая*** – предвидеть негативные последствия для окружающей среды и здоровья человека планируемой деятельности и требовать принятия мер для устранения негативных последствий.

4. ***Правоохранительная*** – проверка соответствия планируемой деятельности существующему законодательству и запрещение реализации планируемой деятельности без положительного заключения ГЭЭ.

Экспертизе подлежат разделы по оценке воздействия объекта на окружающую среду и охране окружающей среды.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления [3].

Намечаемая хозяйственная и иная деятельность – деятельность, способная оказать воздействие на окружающую природную среду и являющаяся объектом экологической экспертизы. ОВОС проводится при разработке всех альтернативных вариантов предпроектной, в том числе прединвестиционной и проектной документации, обосновывающей планируемую хозяйственную и иную деятельность, с участием общественных объединений и подлежит экологической экспертизе в соответствии с ФЗ «Об экологической экспертизе».

Принципы оценок воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду.

Основной принцип, общий для ОВОС и для экологической экспертизы, – ***презумпция потенциальной экологической опасности любого вида хозяйственной деятельности.*** Предполагается, что любая хозяйственная деятельность таит в себе ту или иную степень экологической опасности. Ее осуществление ведет к последствиям, которые необходимо оценивать, причем инициатор деятельности обязан предоставить веские доказательства экологической безопасности намечаемой им деятельности (в соответствии с действующими экологическими стандартами и нормативами).

Принцип ***превентивности*** означает, что оценка воздействия проводится до принятия основных решений по реализации намечаемой деятельности, а также, что ее результаты используются при выработке и принятии решений. Суть этого принципа – недопущение (предупреждение) неблагоприятных воздействий на окружающую среду и связанных с ним социальных и экономических последствий, вызванных реализацией проекта.

Принцип альтернатив заключается в выявлении и анализе альтернативных вариантов достижения целей планируемой деятельности, включая и нулевой вариант (отказ от деятельности). В результате выбирается наименее экологически опасный способ достижения цели проекта, рассматриваются альтернативные проектные решения, технологические альтернативы. В предпроектных обоснованиях анализируются размещенческие, планировочные альтернативы, необходимые для экологической корректировки размещения. Достижению целей проекта с меньшим ущербом природе способствует анализ использования ландшафтов в других целях с сохранением их потенциалов (ландшафтная альтернатива.

Принцип демократичности (гласности) подразумевает признание за всеми сторонами общества, интересы которых затрагивает планируемая деятельность, прав на непосредственное участие в решениях по проекту. Принцип демократичности предполагает учет «интересов общества». Заинтересованные стороны имеют возможность участвовать в процессе ОВОС на всех этапах, их мнения учитываются наряду с заключением экспертов.

Кроме того, при проведении ОВОС руководствуются **принципами комплексности:**

- ***интеграции –*** комплексное рассмотрение вопросов воздействия на природу, хозяйство и население на всех стадиях процесса подготовки документов;
- ***альтернативности*** – оценка воздействий не может проводиться лишь по одному взятому варианту проекта;
- ***приоритетности*** – никакие соображения не должны служить основанием для игнорирования экологических последствий реализации проектов;
- ***достоверности*** – степень детализации при проведении ОВОС не должна быть ниже той, которая определяется экологической значимостью воздействия на природу, население и хозяйство;
- ***сохранения*** – планируемая деятельность не должна приводить к уменьшению экологического разнообразия, снижению биопродуктивности и биомассы-территорий и акваторий, а также к ухудшению жизненно важных свойств природных комплексов биосферы;
- ***совместимости*** – планируемая деятельность не должна ухудшать качество жизни населения и наносить некомпенсируемый ущерб другим видам деятельности. Социальная совместимость (эстетическая, культурная, религиозная) определяется воздействием на социально-психологические механизмы соответствия этническому стереотипу, национальным ценностям, установкам;
- ***гибкости*** – процесс ОВОС может варьироваться по масштабам, глубине и системе оценивания в зависимости от характера планируемой деятельности.

Исследования по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности включают:

- определение характеристик намечаемой хозяйственной и иной деятельности и возможных альтернатив (в том числе отказ от деятельности);
- анализ состояния территории в рамках географического охвата ОВОС (состояние природной среды, наличие и характер антропогенной нагрузки, экологическая ситуация и т.д.);

• выявление возможных воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности (вероятности возникновения риска, степени, характера, масштаба, зоны распространения воздействий, а также прогнозирование экологических и связанных с ними социальных и экономических последствий);

• оценки значимости остаточных воздействий на окружающую среду и их последствий;

• определение мероприятий, уменьшающих, смягчающих или предотвращающих негативные воздействия, оценки их эффективности и возможности реализации;

• сравнение по ожидаемым экологическим и связанным с ними социально-экономическим последствиям рассматриваемых альтернатив, в том числе варианта отказа от деятельности, обоснование варианта, предлагаемого для реализации;

• разработку предложений по программе экологического мониторинга и контроля на всех этапах реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности;

• разработку рекомендаций по проведению послепроектного анализа реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

Обоснование технических решений по охране окружающей среды должно быть подкреплено расчетами эколого-экономической эффективности применяемых природоохранных мероприятий. При определении эффективности следует сопоставлять затраты на реализацию природоохранных мероприятий с величиной предотвращенного ущерба, выявляемого для всех видов реципиентов (ущерб от воздействия объекта на окружающую среду является комплексной величиной и представляет собой потери и затраты на предотвращение воздействия на компоненты среды).

Положительное заключение экспертной комиссии не должно содержать замечаний. Выводы могут содержать рекомендации, если они не меняют существа предложенной заказчиком (разработчиком) документации, намечаемых решений.

При отрицательном заключении ГЭЭ заказчик вправе доработать документацию в соответствии с изложенными в заключении замечаниями и предложениями и вновь представить материалы на ГЭЭ.

При несогласии заказчика, общественных организаций и других заинтересованных лиц с заключением ГЭЭ ее результаты могут быть оспорены в судебном порядке.

В соответствии со ст. 11 и 12 Федерального закона «Об экологической экспертизе», основанием для повторного рассмотрения материалов по объектам экспертизы являются:

• доработка материалов по замечаниям и предложениям, изложенным в уведомлении экспертного подразделения, проводившего первоначальное рассмотрение материалов, направленных на ГЭЭ или содержащихся в отрицательном заключении экспертной комиссии;

• изменение условий природопользования;

• реализация объекта экспертизы с отступлением от ранее принятых решений, получивших положительное заключение ГЭЭ;

- истечение срока действия положительного заключения ГЭЭ;
- решение суда, арбитражного суда.

6.5.3. Общественная экологическая экспертиза

Общественная экологическая экспертиза (ОЭЭ) организуется по инициативе общественности. Ее заключение носит рекомендательный характер и приобретает юридическую силу в случае утверждения заключения председателем компетентного органа или его заместителем. Эксперты ГЭЭ должны учитывать результаты ОЭЭ, но соглашаться с ее выводами не обязаны.

ОЭЭ осуществляется при условии государственной регистрации заявления общественных организаций (объединений) о ее проведении. При наличии заявлений о проведении ОЭЭ одного объекта экологической экспертизы от двух и более общественных организаций (объединений) допускается создание единой экспертной комиссии.

Орган местного самоуправления в семидневный срок со дня подачи заявления о проведении ОЭЭ обязан его зарегистрировать или отказать в его регистрации. Заявление о проведении ОЭЭ, в регистрации которого в указанный срок не было отказано, считается зарегистрированным. В заявлении общественных организаций (объединений) о проведении ОЭЭ должны быть приведены наименование, юридический адрес, характер предусмотренной уставом деятельности, сведения о составе экспертной комиссии ОЭЭ, сведения об объекте ОЭЭ и сроки ее проведения.

Общественные организации (объединения), организующие ОЭЭ, обязаны известить население о начале и результатах ее проведения.

В государственной регистрации заявления о проведении ОЭЭ может быть отказано в случае, если:

- ОЭЭ ранее была дважды проведена в отношении объекта ОЭЭ;
- ОЭЭ проводилась в отношении объекта, сведения о котором составляют государственную, коммерческую и иную охраняемую законом тайну;
- порядок государственной регистрации общественной организации (объединения) не соответствует установленному порядку;
- устав общественной организации (объединения), организующей и проводящей ОЭЭ, не соответствует требованиям ФЗ;

Должностные лица органов местного самоуправления несут ответственность за незаконный отказ от государственной регистрации заявления о проведении ОЭЭ.

Заключение ОЭЭ направляется в отдел ГЭЭ, заказчику документации, подлежащей ОЭЭ, органам, принимающим решение о реализации объектов экологической экспертизы, органам местного самоуправления и может передаваться другим заинтересованным лицам. В случае придания юридической силы заключению ОЭЭ на руководителя и членов экспертной комиссии ОЭЭ распространяются требования об ответственности за нарушение законодательства РФ об экологической экспертизе.

Заключения ОЭЭ могут публиковаться в средствах массовой информации, передаваться органам местного самоуправления, органам ГЭЭ, заказчикам документации, подлежащей ОЭЭ, и другим заинтересованным лицам.

6.5.4. Санитарно-эпидемиологическая экспертиза

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза – это деятельность по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, установлению соответствия (несоответствия) проектной и иной документации, объектов хозяйственной и иной деятельности, продукции, работ, услуг, предусмотренных статьями 12, 13, 15 – 28, 40 и 41 [4] техническим регламентам, государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам.

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза включает проведение [5]:

– санитарно-эпидемиологического расследования по установлению причин, условий возникновения и распространения инфекционных заболеваний и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений);

– санитарно-эпидемиологического обследования, которое устанавливает соответствие требованиям технических регламентов и других нормативных документов производственных, общественных помещений, зданий, сооружений, транспорта, технологического оборудования, технологических процессов, рабочих мест.

Проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы предусматривает определение свойств исследуемого объекта, его качественных и количественных характеристик с использованием утвержденных методов, методик и средств измерений, а также испытание на соответствие требованиям санитарно-эпидемиологических правил и оценку вредного воздействия на человека.

По окончании санитарно-эпидемиологической экспертизы оформляется заключение о соответствии полученных результатов государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам факторов среды обитания, хозяйственной и иной деятельности, продукции, работ и услуг, а также проектов нормативных актов, проектов строительства объектов, эксплуатационной документации.

Основаниями для проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы, могут быть:

– предписания главных государственных санитарных врачей;

– распоряжения (приказы) руководителей органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор;

– заявления, поданные гражданами, индивидуальными предпринимателями, юридическими лицами;

– решения правоохранительных и судебных органов.

На безвозмездной основе экспертизы проводятся в целях:

– осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

– проведения расследований причин и условий возникновения и распространения инфекционных, профессиональных заболеваний, массовых неинфекцион-

ных заболеваний (отравлений) людей, связанных с воздействием неблагоприятных факторов среды обитания человека;

– обеспечения санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий при чрезвычайных ситуациях;

– принятия мер в связи с поступающими жалобами граждан;

– лицензирования;

– выполнения решений правоохранительных и судебных органов, органов исполнительной власти.

Проведение санитарно-эпидемиологических экспертиз по заявлению граждан, индивидуальных предпринимателей, юридических лиц, осуществляется на договорной основе.

Срок проведения санитарно-эпидемиологических экспертиз по заявлению гражданина, индивидуального предпринимателя, юридического лица определяется от вида и объема исследований и не может превышать двух месяцев.

Претензии и споры, возникшие между заявителем и организацией, проводившей санитарно-эпидемиологической экспертизы разрешаются в судебном порядке в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Санитарно-эпидемиологической экспертизе подлежат:

- отдельные виды продукции, представляющие потенциальную опасность для человека, ввозимые и производимые в Российской Федерации, при изменении состава, комплектации, конструкции, технологического процесса, при изменении нормативной или технической документации на продукцию;
- отдельные виды продукции, представляющие потенциальную опасность для человека, при истечении срока действия ранее выданного заключения, свидетельства о государственной регистрации;
- отдельные виды деятельности (работы, услуги), представляющие потенциальную опасность для человека.

Решение о выдаче санитарно-эпидемиологического заключения по материалам надзора (контроля) принимается главными государственными санитарными врачами или их заместителями.

Срок действия санитарно-эпидемиологического заключения составляет:

- на продукцию – пять лет;
- на опытную партию продукции – до одного года;
- на виды деятельности, работы услуги – бессрочно за исключением временных и сезонных работ;
- на проектную документацию – бессрочно, либо на конкретный срок в случае обоснованной необходимости.

6.5.5. Экспертиза промышленной безопасности

Экспертизе промышленной безопасности (ЭПБ) подлежат [6]:

1) проектная документация на расширение, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта (ОПО);

2) здания и сооружения на ОПО;

3) технические устройства, применяемые на ОПО;

4) декларации промышленной безопасности и иных документов, связанных с эксплуатацией ОПО.

ЭПБ проводят организации, имеющие лицензию Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзора).

Контроль за соблюдением экспертными организациями лицензионных требований и условий осуществляется органами Ростехнадзора.

Срок проведения экспертизы определяется сложностью объекта экспертизы, но не должен превышать трех месяцев с момента получения комплекта необходимых материалов и документов в полном объеме.

Процесс экспертизы включает:

- подбор материалов и документации, необходимой для проведения экспертизы объекта;
- назначение экспертов;
- проведение экспертизы.

Для проведения экспертизы заказчик должен представить следующие данные:

- данные о заказчике и объекте экспертизы;
- проектную, конструкторскую, эксплуатационную, ремонтную документацию, декларацию промышленной безопасности опасного производственного объекта, паспорта технических устройств, инструкции, технологические регламенты и другую документацию, имеющую шифры или другую индикацию, необходимую для идентификации (в зависимости от объекта экспертизы);
- акты испытаний, сертификаты, в том числе, если необходимо, не комплектующие изделия, прочностные расчеты и т.п. (в случае необходимости);
- образцы оборудования (в случае необходимости).

При несоответствии представленных материалов и документации установленным требованиям экспертная организация уведомляет заказчика о сроках представления материалов и документации в полном объеме в соответствии с действующей нормативной технической документацией. Срок направления экспертной организацией уведомления не должен превышать 7 дней со дня получения материалов.

При непредставлении в согласованный заказчиком и экспертной организацией срок запрашиваемых материалов и документации экспертиза не проводится, а материалы и документы возвращаются заказчику.

Эксперты должны быть назначены официально, полномочия их должны быть определены в порядке, установленном экспертной организацией.

Для проведения экспертизы группой экспертов назначается ведущий эксперт, отвечающий за результаты работы группы экспертов.

Проведение экспертизы заключается в установлении полноты, достоверности и правильности представленной информации, соответствия ее стандартам, нормам и правилам промышленной безопасности.

В отдельных случаях силами экспертной организации могут быть проведены испытания по согласованным с заказчиком методикам и программам.

При необходимости экспертная организация может провести экспертизу с выездом на место (к заказчику).

Экспертиза на месте состоит из следующих этапов:

- вводная часть;
- непосредственно экспертиза на месте;
- заключительная часть.

Задачи вводной части:

- разъяснить сотрудникам организации-заказчика цель экспертизы и задачи эксперта (группы экспертов);
- сообщить, что любые сведения и информация, полученные в ходе экспертизы, рассматриваются сотрудниками экспертной организации как конфиденциальные с учетом требований законодательства Российской Федерации;
- обсудить и определить объем работ;
- определить по согласованию с организацией-заказчиком сотрудников организации-заказчика в качестве сопровождающих для экспертов;
- разъяснить значение заключительной части;
- утвердить совместно с заказчиком календарный план проведения экспертизы на месте.

При экспертизе на месте эксперты наблюдают за нормальным ходом работ на объекте, а также проводят комплексную проверку:

- компетентности сотрудников и руководителей;
- пригодности помещений и приборного оборудования, а также состояния испытательных средств и приборов с точки зрения их обслуживания;
- наличия надежных систем маркировки и идентификации;
- наличия соответствующих нормативных технических, методических документов, правил, рабочих инструкций и их исполнение;
- соблюдения требований к содержанию и оформлению отчетных документов.

Экспертная группа должна по ее требованию получать в свое распоряжение все необходимые результаты анализов, документы, расчеты, протоколы и отчеты в письменном виде.

Каждый эксперт дает справку по результатам оценки состояния дел в своей части экспертизы. Ведущий эксперт обобщает результаты и предлагает их для обсуждения с заказчиком. В заключительной части с заказчиком согласовываются мероприятия, необходимые для дальнейшего завершения экспертизы, а также календарный план их реализации. Экспертиза завершается только после реализации этих мероприятий.

Мероприятия определяются в процессе экспертизы и представляют собой выполнение требований, которые заказчик обязан выполнить за определенный срок, чтобы дать возможность завершить процесс экспертизы.

При положительном заключении экспертизы в нем перечисляются объекты, на которые распространятся действие заключения экспертизы с условиями или без них.

В случае отрицательного заключения по объекту экспертизы, находящемуся в эксплуатации, экспертная организация немедленно ставит в известность Ростехнадзор или его территориальный орган для принятия оперативных мер по дальнейшей эксплуатации опасного производственного объекта (ОПО).

В случае принятия решения о выдаче отрицательного заключения экспертизы заказчику должны быть представлены обоснованные выводы:

- о необходимости доработки представленных материалов по замечаниям и предложениям, изложенным в итоговом отчете эксперта (ведущего эксперта);
- о недопустимости эксплуатации объекта экспертизы ввиду необеспеченности соблюдения требований промышленной безопасности.

В случае принятия решения о выдаче отрицательного заключения экспертизы заказчик вправе представить материалы на повторную экспертизу при условии их переработки с учетом выявленных в ходе экспертизы замечаний.

Заключение экспертизы может быть оспорено заказчиком в установленном порядке.

Для ЭПБ различных объектов соответствующими министерствами на основе Правил разработаны свои положения о проведении экспертизы.

6.5.6. Государственная экспертиза условий труда

Государственная экспертиза условий труда (ГЭУТ) осуществляется федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации (Трудовой кодекс РФ, ст. 216) [7].

Государственная экспертиза условий труда осуществляется в целях оценки:

- качества проведения аттестации рабочих мест по условиям труда;
- правильности предоставления работникам компенсаций за тяжелую работу, работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- соответствия проектов строительства, реконструкции, технического переоснащения производственных объектов, производства и внедрения новой техники, внедрения новых технологий государственным нормативным требованиям охраны труда;
- фактических условий труда работников, в том числе в период, непосредственно предшествовавший несчастному случаю на производстве.

Государственная экспертиза условий труда осуществляется на основании определений судебных органов, обращений органов исполнительной власти, работодателей, объединений работодателей, работников, профессиональных союзов, их объединений, иных уполномоченных работниками представительных органов, органов Фонда социального страхования Российской Федерации.

Лица, осуществляющие государственную экспертизу условий труда, имеют право беспрепятственно при наличии удостоверения установленного образца

посещать для осуществления экспертизы любых работодателей (организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также работодателей – физических лиц), запрашивать и безвозмездно получать необходимые для осуществления экспертизы документы и другие материалы, проводить соответствующие наблюдения, измерения и расчеты с привлечением в случае необходимости исследовательских (измерительных) аккредитованных лабораторий.

Лица, осуществляющие государственную экспертизу условий труда, обязаны составлять по результатам экспертизы заключения о соответствии (несоответствии) условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда, направлять указанные заключения в суд, органы исполнительной власти, работодателям, в объединения работодателей, работникам, в профессиональные союзы, иные уполномоченные работниками представительные органы, органы Фонда социального страхования Российской Федерации; обеспечивать объективность и обоснованность выводов, изложенных в заключениях; обеспечивать сохранность документов, полученных для осуществления экспертизы, и конфиденциальность содержащихся в них сведений.

Срок проведения ГЭУТ определяется в зависимости от трудоемкости экспертных работ и объема представленных на экспертизу документации и материалов, но не должен превышать одного месяца. В исключительных случаях срок проведения ГЭУТ может быть продлен, но не более чем на один месяц.

По окончании ГЭУТ составляется экспертное заключение (в двух экземплярах), которое должно содержать обоснованные выводы о соответствии (несоответствии) условий труда государственным нормативным требования охраны труда.

Некоторые гигиенические требования, предъявляемые к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий [8]:

1. Проекты строительства, реконструкции и технического перевооружения производственных объектов, любые изменения технологического процесса должны предусматривать использование передовых технологий, приводящих к устранению или снижению воздействия вредных факторов производственной среды и прошедших в установленном порядке санитарно-эпидемиологическую экспертизу. Новые технологические решения должны включать максимальную автоматизацию и механизацию производственных процессов, исключающих монотонность труда, физическое и психоэмоциональное напряжение, оптимальные режимы труда и отдыха, возможность уменьшения числа работников, находящихся в контакте с вредными факторами

2. Проектирование производственных зданий, помещений и сооружений должно осуществляться так, чтобы персонал, не занятый обслуживанием технологических процессов и оборудования, не подвергался воздействию вредных факторов выше нормируемых параметров. В противном случае, независимо от специальности и выполняемой работы, указанные лица рассматриваются как работающие с вредными факторами и должны обеспечиваться всеми видами социальной защиты, предусмотренными для таковых.

3. Объем производственных помещений на одного работающего должен составлять:

- не менее 15 $м^3$ при выполнении легкой физической работы с категорией энерготрат Iа –Iб;
- не менее 25 $м^3$ при выполнении работ средней тяжести с категорией энергозатрат IIа – IIб;
- не менее 30 $м^3$ при выполнении тяжелой работы с категорией энергозатрат III.

4. Наружные стены производственных заданий и сооружений должны обеспечивать возможность организации естественного воздухообмена и естественного освещения, если это не противоречит специальным требованиям к технологическому процессу

5. При проектировании производств с возможным выделением вредных веществ 1 и 2 класса опасности остронаправленного действия внутри помещений следует предусматривать устройство изолированных кабин, помещений или операторских зон с оптимальными условиями труда для дистанционного управления оборудованием.

6. При объединении в одном здании или сооружении отдельных производств и производственных участков с различными санитарно-гигиеническими условиями следует предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия вредных факторов на работающих, а также перетеканию их на соседние участки, где выполняются работы, не связанные с этими производственными факторами (изоляция, воздушные завесы и т.п.).

7. В помещениях, где возможно выделение пыли, не следует проектировать конструктивные элементы и отделочные материалы, способствующие ее накоплению и затрудняющие уборку. Уборка помещения осуществляется промышленными пылесосами или путем гидросмыва.

8 Содержание вредных веществ в приточном воздухе (при выходе из воздухораспределителей и др. приточных отверстий) следует определять расчетным методом с учетом фоновых концентраций этих веществ в местах размещения воздухоприемных устройств, но не более 30% ПДК в воздухе рабочей зоны для производственных и административно-бытовых помещений

9. Содержание пыли в приточном воздухе, подаваемом механической вентиляцией после соответствующей очистки, не должно превышать:

- ПДК в атмосферном воздухе населенных пунктов при подаче его в помещения общественных зданий;
- 30% ПДК в воздухе рабочей зоны при подаче его в помещения производственных и административно-бытовых зданий;
- 30% ПДК в воздухе рабочей зоны с частицами пыли размером не более 10 мкм при подаче его в кабины крановщиков, пульты управления, зону дыхания работающих, а также при воздушном душировании.

10. Включение систем местной вытяжной вентиляции, удаляющей от технологического оборудования вредные вещества 1-го и 2-го классов опасности, следует блокировать с этим оборудованием таким образом, чтобы оно не могло работать при отключенной местной вытяжной вентиляции.

В тех случаях, когда остановка производственного процесса при отключении вытяжной вентиляции невозможна или при остановке оборудования (процесса) продолжается выделение вредных веществ в воздух помещений в концентрациях, превышающих ПДК, следует предусматривать установку резервных вентиляторов для местных отсосов с их автоматическим переключением.

Контрольные вопросы к пункту 6.5

1. Что является предметом государственной экспертизы проектов?
2. Какое участие принимает Ростехнадзор при проведении экспертизы промышленной безопасности?
3. Какая деятельность осуществляется санитарно-эпидемиологической экспертизой?
4. В каких случаях должна проводиться экспертиза условий труда?
5. Что оценивается государственной экспертизой условий труда?
6. Что подлежит экспертизе промышленной безопасности?
7. Что включает проведение санитарно эпидемиологической экспертизы?
8. С какой целью проводится оценка воздействия объекта на окружающую среду?
9. В чем заключаются функции экологической экспертизы?

Библиографический список к пункту 6.5

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (с изм. на 24 июля 2007 года).
2. Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» (с изм. на 24 июля 2008 года).
3. Приказ Госкомэкологии России от 16.05.2000 № 372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в РФ».
4. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изм. на 26 июня 2007 года).
5. Приказ Роспотребнадзора от 19.07.2007 № 224 «О санитарно-эпидемиологических экспертизах, обследованиях, исследованиях, испытаниях и токсикологических, гигиенических и иных видах оценок.
6. Постановление Госгортехнадзора России от 06.11.1998 № 64 «Об утверждении Правил проведения экспертизы промышленной безопасности» (с изм. на 15 мая 2008 года).
7. ПП РФ от 25.04.2003 № 244 «Об утверждении Положения о проведении государственной экспертизы условий труда в РФ» (с изм. на 01.02.2005).

8. Санитарно-эпидемиологические правила СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий». – Утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22 апреля 2003 года.

6.6. Лицензирование отдельных видов деятельности

Лицензия – это специальное разрешение на осуществление конкретного вида деятельности при обязательном соблюдении лицензионных требований и условий, выданное лицензирующим органом юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю.

Лицензируемый вид деятельности – вид деятельности, на осуществление которого на территории Российской Федерации требуется получение лицензии в соответствии с настоящим Федеральным законом;

К лицензируемым видам деятельности относятся виды деятельности, осуществление которых может повлечь за собой нанесение ущерба правам, законным интересам, здоровью граждан, обороне и безопасности государства, культурному наследию народов Российской Федерации и регулирование которых не может осуществляться иными методами, кроме как лицензированием.

Вид деятельности, на осуществление которого предоставлена лицензия, может выполняться только получившим лицензию юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем. Деятельность, на осуществление которой лицензия предоставлена федеральным органом исполнительной власти или органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации, может осуществляться на всей территории Российской Федерации. Деятельность, на осуществление которой лицензия предоставлена лицензирующим органом субъекта Российской Федерации, может осуществляться на территориях иных субъектов Российской Федерации при условии уведомления лицензиатом лицензирующих органов соответствующих субъектов Российской Федерации в порядке, установленном Правительством Российской Федерации [1].

Лицензирование – мероприятия, связанные с предоставлением лицензий, переоформлением документов, подтверждающих наличие лицензий, приостановлением действия лицензий в случае административного приостановления деятельности лицензиатов за нарушение лицензионных требований и условий, возобновлением или прекращением действия лицензий, аннулированием лицензий, контролем лицензирующих органов за соблюдением лицензиатами при осуществлении лицензируемых видов деятельности соответствующих лицензионных требований и условий, ведением реестров лицензий, а также с предоставлением в установленном порядке заинтересованным лицам сведений из реестров лицензий и иной информации о лицензировании.

Лицензионные требования и условия это совокупность установленных положениями о лицензировании конкретных видов деятельности требований и условий, выполнение которых лицензиатом обязательно при осуществлении лицензируемого вида деятельности;

Лицензирующие органы – федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющие лицензирование в соответствии с настоящим Федеральным законом.

Соискателем лицензии является юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, обратившиеся в лицензирующий орган с заявлением о предоставлении лицензии на осуществление конкретного вида деятельности.

Лицензиатом является юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющие лицензию на осуществление конкретного вида деятельности.

Основными принципами осуществления лицензирования являются:

- обеспечение единства экономического пространства на территории Российской Федерации;
- установление единого перечня лицензируемых видов деятельности;
- установление единого порядка лицензирования на территории Российской Федерации.

Срок действия лицензии не может быть менее чем пять лет. Срок действия лицензии по его окончании может быть продлен по заявлению лицензиата.

Продление срока действия лицензии осуществляется в порядке переоформления документа, подтверждающего наличие лицензии.

Приостановление действия лицензии осуществляется лицензирующим органом в случае привлечения лицензиата за нарушение лицензионных требований и условий к административной ответственности в порядке, установленном Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях.

В случае вынесения судьей решения об административном приостановлении деятельности лицензиата за нарушение лицензионных требований и условий лицензирующий орган в течение суток со дня вступления данного решения в законную силу приостанавливает действие лицензии на срок административного приостановления деятельности лицензиата.

Лицензиат обязан уведомить в письменной форме лицензирующий орган об устранении им нарушения лицензионных требований и условий, повлекшего за собой административное приостановление деятельности лицензиата. Лицензия аннулируется решением суда на основании рассмотрения заявления лицензирующего органа.

Со дня вступления в силу технических регламентов, устанавливающих обязательные требования к лицензируемым видам деятельности, прекращается лицензирование ряда видов деятельности.

Лицензирование на осуществление деятельности в области промышленной безопасности

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана в соответствии с [1] иметь лицензию на осуществление конкретного вида деятельности в области промышленной безопасности.

К этим видам деятельности относятся:

1) эксплуатация взрывоопасных производственных объектов;

2) эксплуатация пожароопасных производственных объектов;
3) эксплуатация химически опасных производственных объектов;
4) деятельность по проведению экспертизы промышленной безопасности и др.

Лицензирование на осуществление деятельности в области обращения с отходами

Обращение с отходами – это деятельность по сбору, накоплению, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению отходов [1].

Под ***сбором отходов*** понимают прием или поступление отходов от физических и юридических лиц в целях дальнейшего использования, обезвреживания, транспортирования, размещения таких отходов.

Транспортирование отходов подразумевает перемещение отходов с помощью транспортных средств вне границ земельного участка, находящегося в собственности юридического лица или индивидуального предпринимателя либо предоставленного им на иных правах.

Накопление отходов – временное складирование отходов (на срок не более чем шесть месяцев) в местах (на площадках), обустроенных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в целях их дальнейшего использования, обезвреживания, размещения, транспортирования [2].

Опасные отходы в зависимости от степени их негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека подразделяются в соответствии с критериями, установленными федеральным органом исполнительной власти осуществляющим государственное регулирование в области охраны окружающей среды на пять классов опасности:

1-й класс – чрезвычайно опасные отходы;
2-й класс – высокоопасные отходы;
3-й класс – умеренно опасные отходы;
4-й класс – малоопасные отходы;
5-й класс – практически неопасные отходы.

Лицензированию подлежит деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению отходов 1–4 класса опасности [2].

Кроме этого лицензированию подлежат следующие виды деятельности – заготовка, переработка и реализация лома черных и цветных металлов [5].

Не подлежит лицензированию деятельность по накоплению отходов 1–5 класса опасности, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов 5 класса опасности.

Индивидуальные предприниматели и юридические лица, в процессе деятельности которых образуются отходы 1–4 класса опасности, обязаны подтвердить отнесение данных отходов к конкретному классу опасности [3].

На отходы должен быть составлен паспорт на основе данных о составе и свойствах этих отходов, оценки их опасности.

Запрещается размещение отходов на объектах, не внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов.

Индивидуальные предприниматели и юридические лица, в результате хозяйственной и иной деятельности которых образуются отходы (за исключением субъектов малого и среднего предпринимательства), разрабатывают проекты нормативов образования отходов и лимитов на их размещение. Субъекты малого и среднего предпринимательства представляют отчетность об образовании, использовании, обезвреживании, размещении отходов в уведомительном порядке.

Собственники отходов 1–4 класса опасности вправе отчуждать эти отходы в собственность другому лицу, передавать ему, оставаясь собственником, право владения, пользования или распоряжения этими отходами, если у такого лица имеется лицензия на осуществление деятельности по использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов не меньшего класса опасности.

Лица, которые допущены к обращению с опасными отходами, обязаны иметь профессиональную подготовку, подтвержденную свидетельствами (сертификатами) на право работы с опасными отходами. Ответственность за допуск работников к работе с опасными отходами несет соответствующее должностное лицо организации.

Лицензионными требованиями и условиями осуществления деятельности по обращению с отходами 1–4 класса опасности являются [4]:

а) выполнение лицензиатом международных договоров, законодательства Российской Федерации, государственных стандартов в области обращения с опасными отходами, правил, нормативов и требований, регламентирующих безопасное обращение с такими отходами;

б) наличие у лиц, допущенных к деятельности по обращению с отходами 1–4 класса опасности, профессиональной подготовки, подтвержденной свидетельствами (сертификатами) на право работы с опасными отходами;

в) наличие у лицензиата принадлежащих ему на законном основании производственных помещений, объектов размещения отходов, соответствующего техническим нормам и требованиям оборудования, транспортных средств, необходимых для осуществления лицензируемой деятельности;

г) наличие у лицензиата средств контроля и измерений, подтверждающих соблюдение нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении лицензируемой деятельности.

Лицензирование деятельности по обращению с отходами 1–4 класса опасности осуществляется Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору Российской Федерации и его территориальными органами – Управлением контроля и надзора в области охраны окружающей среды.

Срок действия лицензии на осуществление деятельности по обращению с опасными отходами определен в 5 лет. Срок действия может быть продлен по заявлению лицензиата в порядке, предусмотренном для переоформления лицензии.

В случае изменения класса опасности отходов для окружающей среды, свойств и видов отходов, а также места нахождения объектов их размещения лицензиат обязан в 15-дневный срок сообщить об этом в письменной форме в лицензирующий орган.

Контрольные вопросы к пункту 6.6

1. Что понимается под лицензированием деятельности?
2. Какие виды деятельности относятся к лицензионным?
3. На какой срок выдается лицензия?
4. Какие виды деятельности в области промышленной безопасности подлежат лицензированию?
5. На какие классы делятся отходы в зависимости от степени их негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека?
6. Какая деятельность по обращению с отходами подлежит лицензированию?
7. Какие лицензионные требования предъявляются при осуществлении деятельности по обращению с отходами 1–4 класса опасности?

Библиографический список к пункту 6.6

1. Федеральный закон от 08.08.2001 № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» (с изм. на 19 июля 2007).
2. Федеральный закон РФ от 30.12.2008 № 309-ФЗ «О внесении изменений в статью 16 ФЗ «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты РФ».
3. Приказ МПР РФ от 15.06.2001 № 511. «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».
4. ПП РФ от 26.08.2006 № 524 «Об утверждении положения о лицензировании деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов».
5. ПП РФ от 14.12.2006 № 766 «О лицензировании деятельности в области обращения с ломом цветных и черных металлов».

6.7. Виды страхования

Социальное страхование от несчастных случаев на производстве

В соответствии с Федеральным законом «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» основными задачами ***социального страхования*** являются [1]:

1) обеспечение социальной защиты застрахованных и экономической заинтересованности субъектов страхования в снижении профессионального риска;

2) возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью застрахованного при исполнении ими обязанностей по трудовому договору (контракту) путем предоставления застрахованному в полном объеме всех необходимых видов обес-

печения по страхованию, в т. ч. оплату расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию;

3) обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Объект обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний – имущественные интересы физических лиц, связанные с утратой этими физическими лицами здоровья, профессиональной трудоспособности либо их смертью вследствие несчастного случая на производстве или профессионального заболевания.

К субъектам страхования относятся:

- ***застрахованный*** – физическое лицо, подлежащее обязательному социальному страхованию от НС на производстве и профзаболеваний, либо физическое лицо, получившее повреждение здоровья вследствие НС на производстве и профзаболевания, подтвержденное в установленном порядке и повлекшее утрату профессиональной трудоспособности полностью или частично;
- ***страхователь*** – юридическое лицо любой организационно-правовой формы либо физическое лицо, нанимающее лиц, подлежащих страхованию;
- ***страховщик*** – Фонд социального страхования РФ – самостоятельное государственное финансово-кредитное учреждение.

Суть страхования заключается в том, что возмещение вреда пострадавшему от несчастных случаев на производстве или профессионального заболевания производится страховщиком (фондом социального страхования РФ), а работник (застрахованный) не вступает в конфликт с работодателем по этому вопросу. Такая система обеспечивает социальную защиту застрахованного, так как обязательства по компенсации вреда осуществляются вне зависимости от финансовой состоятельности предприятия. С работодателя (страхователя) в данном случае снимается необходимость быть ответчиком в суде по поводу возмещения вреда (кроме компенсации морального вреда), организовывать реабилитационное лечение пострадавших. Более того, работодателю теперь будет легче планировать выплаты, так как они имеют определенный размер и периодичность.

Для оценки травматизма применяют коэффициент частоты травматизма $К_ч$ и коэффициент тяжести травматизма $К_Т$, которые определяются по формулам

$$К_ч = 1000\ Т/Р,$$

где Т – количество несчастных случаев на производстве за учетный период (в том числе и со смертельным исходом), Р – среднесписочная численность работающих на предприятии за учетный период (как правило за год),

$$К_Т = Д_Н/Т,$$

где $Д_Н$ – число дней нетрудоспособности у всех пострадавших за учетный период.

Обеспечение по страхованию – страховое возмещение вреда, причиненного в результате наступления страхового случая жизни и здоровью застрахованного,

в виде денежных сумм, выплачиваемых либо компенсируемых страховщиком застрахованному или лицам, имеющим на это право в соответствии с законом.

Страховой взнос – обязательный платеж по обязательному социальному страхованию от НС на производстве и профзаболеваний, рассчитанный из страхового тарифа, скидки (надбавки) к страховому тарифу, который страхователь обязан внести страховщику.

Страховой взнос, выплачиваемый предприятием (страхователем) в Фонд социального страхования РФ, определяется по формуле

$$V = ФОТ \cdot \frac{СТ}{100}, \text{ руб.},$$

где ФОТ – фонд оплаты труда, руб.; СТ – страховой тариф (ставки страхового взноса с начисленного фонда оплаты труда застрахованных), %. Страховой тариф зависит от класса профессионального риска [2].

Класс профессионального риска – уровень производственного травматизма, профзаболеваемости и расходов на обеспечение по страхованию, сложившийся в отраслях экономики. В соответствии с [3] установлено 32 класса профессионального риска.

Для экономической заинтересованности предприятия по снижению профессионального риска предусмотрены скидки и надбавки к страховым взносам в зависимости от результатов работы по охране труда. Размер скидок и надбавок зависит от следующих показателей, характеризующих травматизм и профессиональную заболеваемость на предприятии [4]:

1) показатель обеспечения a

$$a = \frac{B}{V},$$

где B – сумма обеспечения по страхованию, в которую включаются суммы выплат пособий по временной нетрудоспособности, страховых выплат и оплаты дополнительных расходов на реабилитацию за предшествующий календарный год, руб.; V – страховой взнос;

2) **показатель b** – количество страховых случаев (несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний) на тысячу работающих

$$b = \frac{К_{сс}}{Р} \cdot 1000,$$

где $К_{сс}$ – количество страховых случаев за предшествующий календарный год; Р – среднесписочная численность работающих за предшествующий год, чел;

3) **показатель c** – количество дней временной нетрудоспособности в связи со страховыми случаями на один страховой случай:

$$c = \frac{Д_{н}}{К_{сс}},$$

где $Д_{н}$ – число дней временной нетрудоспособности за предшествующий календарный год в связи со страховыми случаями.

Показатели a, b, c сравниваются с аналогичными показателями, средними по виду экономической деятельности $a_{взд}$, $b_{взд}$, $c_{взд}$. Надбавка устанавливается стра-

хователю в случае, если значения a, в, с больше утвержденных по виду экономической деятельности. Скидка устанавливается в случае, если значения a, b, с ниже аналогичных по виду экономической деятельности.

Расчет надбавок производится по формуле

$$H = \left[\frac{\left(a_{стр} / a_{вэд} \right) + \left(b_{стр} / b_{вэд} \right) + \left(c_{стр} / c_{вэд} \right)}{3} - 1 \right] \cdot 100\%,$$

где $a_{стр}$, $b_{стр}$, $c_{стр}$ – показатели, рассчитанные для каждого страхователя; $a_{вэд}$, $b_{вэд}$ $c_{вэд}$, – средние значения показателей по виду экономической деятельности.

Расчет скидок производится по формуле

$$C = \left[1 - \frac{\left(a_{стр} / a_{вэд} \right) + \left(b_{стр} / b_{вэд} \right) + \left(c_{стр} / c_{вэд} \right)}{3} \right] \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100\%,$$

где q_1 – коэффициент уровня проведения аттестации рабочих мест по условиям труда страхователя (отношение числа рабочих мест, по которым проведена аттестация N_a к общему числу рабочих мест N). $q_1 = 0$, если уровень проведения аттестации оказался менее 0,3; $q_1 = 1$, если уровень проведения аттестации более или равен 0,3; q_2 – коэффициент уровня проведения медицинских осмотров у страхователя (отношение числа работников, прошедших медицинский осмотр (P_M) к числу всех работников, которые должны его проходить (P_B). $q_2 = 0$, если уровень проведения медосмотра менее 0,9; $q_2 = 1$, если уровень проведения медосмотра более или равен 0,9.

Страховой взнос предприятия с учетом рассчитанных скидок и надбавок, которые не могут превышать 40 %, определяется по формуле

$$V_{H(C)} = V \pm \frac{H(C)}{100} \cdot V.$$

К видам возмещения вреда пострадавшему относятся:

- выплаты по больничному листу (выплачивается страховщиком);
- единовременное пособие (выплачивается страховщиком);
- возмещение утраченного заработка или его части (ежемесячное пособие – выплачивается страховщиком в течение всего периода утраты трудоспособности);
- компенсация дополнительных расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию (выплачивается страховщиком);
- компенсация морального вреда (выплачивается причинителем вреда).

Единовременное пособие (ЕВ) выплачивается пострадавшему один раз. Его размер определяется с учетом степени утраты профессиональной трудоспособности исходя из установленного минимального размера оплаты труда:

$$ЕВ = МРОТ \cdot 5 \cdot 12 \cdot \frac{n}{100},$$

где МРОТ – минимальный размер оплаты труда, руб.; n – степень утраты профессиональной трудоспособности, %.

Размер возмещения заработной платы определяется в процентах к заработной плате потерпевшего до трудового увечья, соответствующих степени утраты им профессиональной трудоспособности, и с учетом вины потерпевшего. Средний заработок, из которого исчисляется размер возмещения вреда, определяется за 12 последних месяцев работы и подсчитывается путем деления этой суммы на 12. Если период работы составлял менее 12 месяцев – тогда сумма заработных плат за этот период делится на количество фактически проработанных месяцев. В составе этой заработной платы учитываются все виды вознаграждений за службу, включая:

- оплату за сверхурочную работу в выходные и праздничные дни;
- оплату за работу по совместительству;
- районные коэффициенты.

Не включаются выплаты единовременного характера (например, компенсация за неиспользуемый отпуск).

Возмещение заработной платы потерпевшему (ежемесячное пособие) рассчитывается по формуле

$$ЕМ = ЗП \cdot \frac{n}{100} \frac{f_v}{100} \cdot k_{инд},$$

где f_V – степень ответственности причинителя вреда (предприятия), %; $k_{инд}$ – коэффициент индексации.

Известно, что рост цен, падение покупательной способности денег, систематическое увеличение заработной платы приводит к обесцениванию прежней заработной платы. Поэтому заработная плата потерпевшего от НС, произошедшего давно, должна быть проиндексирована с учетом роста стоимости жизни, то есть приближена к современному уровню оплаты труда.

К дополнительным расходам, связанным с повреждением здоровья, относятся расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитации, включающие:

- дополнительную медицинскую помощь (питание, лекарства);
- посторонний (специальный медицинский и бытовой) уход;
- санаторно-курортное лечение (в том числе на проезд к месту лечения и обратно; если необходимо (пострадавший получил инвалидность первой группы); стоимость проезда сопровождающего лица, его проживание и питание);
- протезирование;

• специальные транспортные средства, их текущий и капитальный ремонт, приобретение ГСМ;

• профессиональное обучение (переобучение).

Размер дополнительного возмещения:

– расходы на посторонний специальный медицинский уход (СМУ) определяются по формуле

$$СМУ = 2 \cdot МРОТ;$$

– расходы на посторонний бытовой уход (БУ) определяются по формуле

$$БУ = МРОТ \cdot 0{,}5.$$

В случае смерти кормильца членам его семьи выплачивается единовременное пособие в размере минимального размера оплаты труда за 5 лет

$$ЕВ = МРОТ \cdot 5 \cdot 12.$$

Право на ежемесячное возмещение вреда имеют:

• нетрудоспособные граждане, состоявшие на иждивении умершего или имевшие ко дню его смерти право на получение от него содержания;

• ребенок умершего, родившийся после его смерти;

• один из родителей, супруг или другой член семьи, если он не работает и занят уходом за детьми, братьями, сестрами умершего, не достигшими возраста 14 лет.

Иждивенство детей предполагается и не требует доказательств.

Нетрудоспособными являются:

• несовершеннолетние (не достигшие 18 лет);

• лица старше 18 лет, если до этого возраста получили инвалидность;

• мужчины, достигшие 60 лет;

• женщины, достигшие 55 лет.

Учащиеся в возрасте 18 лет и старше имеют право на возмещение вреда до окончания обучения в очных учебных заведениях, но не более чем до 23 лет.

Размер возмещения вреда. Нетрудоспособным гражданам, состоявшим на иждивении умершего и имевшим право на возмещение, вред определяется в размере среднемесячной заработной платы умершего, за вычетом доли, приходившейся на него самого и трудоспособных граждан, состоявших на его иждивении, но не имевших право на возмещение вреда.

Для расчета возмещения вреда семье в связи со смертью кормильца используется следующая формула:

$$ЕМ = \frac{ЗП \cdot N_Н}{N_Н + N_Т + 1},$$

где $N_Н$ – число нетрудоспособных членов семьи; $N_Т$ – число трудоспособных членов семьи пострадавшего.

Возмещение морального вреда. Под моральным вредом понимаются нравственные или физические страдания, причиненные действиями (воздействиями), посягающими на принадлежащие гражданину от рождения или в силу закона нематериальные блага (жизнь, здоровье, достоинство личности) или нарушающими его личные имущественные или неимущественные права гражданина [5].

Компенсация морального вреда осуществляется в денежной форме. Размер компенсации морального вреда определяется судом в зависимости от характера причиненных потерпевшему физических и нравственных страданий, а также от степени вины причинителя вреда в случаях, когда вина является основанием возмещения вреда. При определении размера компенсации морального вреда должны учитываться требования разумности и справедливости. Характер физических и нравственных страданий оценивается судом с учетом фактических обстоятельств, при которых был причинен моральный вред, и индивидуальных особенностей пострадавшего.

Страхование ответственности за причинение вреда в случае аварии на опасных производственных объектах

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана страховать ответственность за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей среде в случае аварии на опасном производственном объекте.

Минимальный размер страховой суммы страхования ответственности за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде в случае аварии на опасном производственном объекте составляет для:

а) опасного производственного объекта, если на нем:

- получаются, используются, перерабатываются, образовываются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества в количествах, равных количествам, указанным в приложении 2 к Федеральному закону [6], или превышающих их, – 7 000 000 рублей;
- получаются, используются, перерабатываются, образовываются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества в количествах, меньших, чем количества, указанные в приложении 2 к Федеральному закону [6] – 1 000 000 рублей;

б) иного опасного производственного объекта – 100 000 рублей.

Экологическое страхование

Современная ситуация, складывающаяся в области охраны окружающей среды в нашей стране, далека от благополучной. Среди причин, порождающих ухудшение экологической ситуации, все большую роль играет риск возросшей техногенной неустойчивости промышленных систем, процессов и технологий. Спад производства, снижение объема инвестиций в природоохранную деятельность, моральный и физический износ основных фондов и связанное с ним возрастание аварийности экологически опасных объектов, – все эти негативные

факторы обуславливают необходимость развития действенных экономических механизмов регулирования охраны окружающей среды.

Анализ загрязнения окружающей среды показывает, что полностью избежать факта загрязнения невозможно, так как он имеет под собой объективные причины и довольно часто носит вероятностный характер. По оценкам некоторых специалистов, чтобы приостановить истощение природно-ресурсного потенциала страны и углубление кризисных экологических явлений, затраты на природоохранные цели следует поднять как минимум в 4 раза по сравнению с современным уровнем.

В связи с этим необходимы экономические инструменты, которые с одной стороны могли бы покрыть экономический ущерб, связанный с загрязнением окружающей среды, а с другой – стать индикаторами ответственности человека за состояние природы.

Одним из наиболее эффективных рыночных инструментов «срочной экономической помощи» окружающей природной среде и повышения экологической безопасности является экологическое страхование.

Экологическое страхование представляет собой совокупность видов страхования, направленных на создание страховой защиты на случай причинения страхователям, застрахованным и третьим лицам ущерба в результате загрязнения окружающей среды.

Экологическое страхование обеспечивает права государства, как собственника природных ресурсов, на поддержание приемлемого качества окружающей среды и необходимого уровня воспроизводства природных ресурсов. В экономическом плане экологическое страхование представляет собой огромный государственный интерес, так как государство сейчас практически в одиночестве несет убытки по возмещению ущерба. Страхование же является классическим внебюджетным финансовым источником.

В российском законодательстве существуют нормы, в определенной степени регулирующие или позволяющие на их основе формировать законодательство об экологическом страховании.

Так, глава 48 Гражданского кодекса Российской Федерации регламентирует вопросы добровольного и обязательного страхования, страхования ответственности за причиненный вред, страхования имущества и др. В соответствии со ст. 18 Федерального закона «Об охране окружающей среды» экологическое страхование осуществляется в целях защиты имущественных интересов юридических и физических лиц на случай экологических рисков.

Отношения между лицами, занятыми в сфере страхового дела, регламентируются законом Российской Федерации «Об организации страхового дела в Российской Федерации».

Экологическое страхование предприятий, попадающих в перечень опасных производственных объектов, осуществляется в рамках Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Контрольные вопросы к пункту 6.7

1. В чем заключается значение Федерального Закона «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»?
2. Как определяется класс профессионального риска?
3. В каких случаях предоставляется скидка к страховым взносам страхователей?
4. В каких случаях производится надбавка к страховым взносам страхователей?
5. Перечислите виды возмещения ущерба.
6. В чем заключается экономический механизм предупреждения травматизма и профессиональных заболеваний?
7. Кто относится к субъектам страхования?
8. Какие коэффициенты используются для оценки травматизма?
9. От чего зависит величина страхового взноса?
10. Чему равен минимальный размер страховой суммы ответственности за причинение вреда в случае аварии на опасном производственном объекте?

Библиографический список к пункту 6.7

1. Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» (с изм. на 29.12.2006).
2. Федеральный закон от 21.07.2007 № 186-ФЗ «О страховых тарифах на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний на 2008 год и на плановый период 2009 и 2010 годов».
3. ПП РФ от 26.12.2002. № 907 «Классификация отраслей (подотраслей) экономики по классам профессионального риска».
4. Постановление ФСС России от 05.02.2002 № 11 «Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» (с изм. на 20.04.2006).
5. Эрделевский, А.М. Компенсация морального вреда в России и за рубежом: практическое пособие / А.М. Эрделевский. – М.: Форум-Инфра-М, 1997. – 239 с.
6. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изм. на 18.12.2006).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Основы электробезопасности
1.1. Электробезопасность. Определения и общие требования 3
1.2. Действие электрического тока на человека
1.2.1. Современные представления о механизме электротравмирования 6
1.2.2. Электрические параметры тела человека 8
1.2.3. Факторы, обусловливающие степень электропоражения 13
1.2.4. Критерии электробезопасности. 20
1.2.5. Электрические параметры человека при напряжении выше 1 кВ ... 23
1.3. Электрозащитные средства 24
1.4. Технические способы обеспечения безопасности эксплуатации электроустановок
1.4.1. Анализ безопасности электроустановок 27
1.4.2. Защитное заземление 33
1.4.3. Зануление. 41
1.4.4. Защитное отключение. 48
1.4.5. Выравнивание потенциалов. 56
1.4.6. Электрическое разделение сетей. 58
1.4.7. Контроль и профилактика повреждений изоляции. 60
1.4.8. Компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю 71
1.4.9. Защита от опасности при переходе напряжения с высшей стороны на низшую 76
1.4.10. Применение малых напряжений 83
1.4.11. Обеспечение недоступности токоведущих частей 86
Контрольные вопросы к главе 1 88
Библиографический список к главе 1. 89

Глава 2. Статическое электричество
2.1. Физические характеристики статического электричества 90
2.2. Отрицательные проявления статического электричества 91
2.3. Нормирование ПДУ интенсивности электростатического поля 94
2.4. Контроль уровней электростатического поля 95
2.5. Защита от вредных проявлений статического электричества 97
Контрольные вопросы к главе 2 107
Библиографический список к главе 2 107

Глава 3. Пожарная безопасность 108
3.1. Цели и сфера применения технического регламента 109
Контрольные вопросы к пункту 3.1 113
Библиографический список к пункту 3.1 114
3.2. Основы теории горения 114
Контрольные вопросы к пункту 3.2 120
Библиографический список к пункту 3.2 120
3.3. Пожарная техника 120

3.3.1. Первичные средства пожаротушения 121
Контрольные вопросы к пункту 3.3.1 139
Библиографический список к пункту 3.3.1 139
3.3.2. Установки автоматического пожаротушения 139
Контрольные вопросы к пункту 3.3.2 144
Библиографический список к пункту 3.3.2 145
3.4. Системы обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 145
3.4.1. Системы и устройства пожарной сигнализации 145
3.4.2. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 153
Контрольные вопросы к пункту 3.4 155
Библиографический список к пункту 3.4..... 155
3.5. Системы коллективной и средства индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара..... 156
Контрольные вопросы к пункту 3.5 159
Библиографический список к пункту 3.5..... 159

Глава 4. Молниезащита 160
Контрольные вопросы к главе 4 164
Библиографический список к главе 4 164

Глава 5. Аттестация рабочих мест по условиям труда. Сертификация работ по охране труда
5.1. Общие положения 165
5.2. Подготовка к проведению аттестации рабочих мест по условиям труда 167
5.3. Проведение и оформление результатов аттестации рабочих мест по условиям труда 170
5.3.1. Определение фактических значений опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах 170
5.3.2. Оценка травмобезопасности рабочих мест 174
5.3.3. Оценка обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты 174
5.3.4. Результаты оценки фактического состояния условий труда степени вредности и опасности 175
5.4. Реализация результатов аттестации рабочих мест по условиям труда 176
5.5. Получение скидок по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда 177
5.6. Сертификация работ по охране труда..... 178
Контрольные вопросы к главе 5 182
Библиографический список к главе 5 182

Глава 6. Организационно-правовые вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности

6.1. Структура государственных органов по обеспечению безопасности жизнедеятельности 184
Контрольные вопросы к пункту 6.1 192
Библиографический список к пункту 6.1 192
6.2. Обеспечение охраны труда в организации 193
Контрольные вопросы к пункту 6.2 204
Библиографический список к пункту 6.2 204
6.3. Обеспечение промышленной безопасности 204
6.3.1. Декларирование промышленной безопасности. Анализ опасности и риска 205
Контрольные вопросы к пункту 6.3.1 213
Библиографический список к пункту 6.3.1 214
6.3.2. Сертификация в области промышленной безопасности 214
Контрольные вопросы к пункту 6.3.2 219
Библиографический список к пункту 6.3.2 220
6.3.3. Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности 220
Контрольные вопросы к пункту 6.3.3 224
Библиографический список к пункту 6.3.3 224
6.3.4. Порядок расследования причин аварий и несчастных случаев на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору 225
Контрольные вопросы к пункту 6.3.4 231
Библиографический список к пункту 6.3.4 231
6.4. Обеспечение экологической безопасности 232
Контрольные вопросы к пункту 6.4 242
Библиографический список к пункту 6.4 242
6.5. Экспертиза хозяйственной деятельности
6.5.1. Государственная экспертиза проектов 243
6.5.2. Экологическая экспертиза 244
6.5.3. Общественная экологическая экспертиза 249
6.5.4. Санитарно-эпидемиологическая экспертиза 250
6.5.5. Экспертиза промышленной безопасности 251
6.5.6. Государственная экспертиза условий труда 254
Контрольные вопросы к пункту 6.5 257
Библиографический список к пункту 6.5 257
6.6. Лицензирование отдельных видов деятельности 258
Контрольные вопросы к пункту 6.6 262
Библиографический список к пункту 6.6 262
6.7. Виды страхования 262
Контрольные вопросы к пункту 6.7 270
Библиографический список к пункту 6.7 270