

**В.М. ДМИТРИЕВ, В.Ф. ЕГОРОВ, Е.А. СЕРГЕЕВА,
Л.А. ХАРКЕВИЧ, А.А. УСОВ**

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БЕЗОПАСНОСТИ В КВАЛИФИКАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РАБОТАХ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

Министерство образования и науки Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

**В.М. ДМИТРИЕВ, В.Ф. ЕГОРОВ, Е.А. СЕРГЕЕВА,
Л.А. ХАРКЕВИЧ, А.А. УСОВ**

**СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
БЕЗОПАСНОСТИ В КВАЛИФИКАЦИОННЫХ
ИНЖЕНЕРНЫХ РАБОТАХ**

Часть 3

*Рекомендовано Учёным советом университета
в качестве учебного пособия
для студентов заочного отделения и экстернатуры*



Тамбов
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
2012

УДК 614(075.8)
ББК Ж.Н6я73
С568

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
В.П. Ярцев

Кандидат технических наук, доцент ТОГБОУ
Кадетская школа-интернат «Многопрофильный кадетский корпус»
В.В. Панкратов

С568 Современное решение задач безопасности в квалификационных инженерных работах : учебное пособие / В.М. Дмитриев, В.Ф. Егоров, Е.А. Сергеева, Л.А. Харкевич, А.А. Усов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – Ч. 3. – 92 с. – 150 экз.
ISBN 978-5-8265-1082-7

Содержит краткий теоретический курс по основным разделам дисциплины, рекомендательные списки литературы для углублённого изучения отдельных вопросов, вопросы для самопроверки, темы рефератов, варианты задач для самостоятельного решения. Даны рекомендации по выполнению квалификационной выпускной работы специалиста и бакалавра.

Предназначено для студентов заочного отделения и экстернатуры, а также для лиц, самостоятельно изучающих курс безопасности жизнедеятельности.

УДК 614(075.8)
ББК Ж.Н6я73

ISBN 978-5-8265-1082-7

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»), 2012

ВВЕДЕНИЕ

Научные основы в области обеспечения безопасности населения в нашей стране были заложены в 30-х годах XX столетия. Развитие и систематизация знаний осуществлялась по следующим направлениям:

– охрана труда – это специальная система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, которая предназначена для того, чтобы обезопасить человека от нежелательных воздействий в условиях производства;

– пожарная безопасность – это система мероприятий, обеспечивающих пожаро- и взрывобезопасность;

– промышленная экология – это наука, которая занимается вопросами защиты человека и окружающей природной среды от нежелательных производственных факторов за пределами промышленного предприятия или иного объекта;

– гражданская оборона (ГО) – система мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

1. НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ В СИСТЕМЕ «ЧЕЛОВЕК–СРЕДА ОБИТАНИЯ»

1.1. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Источники электромагнитных полей радиочастот и их характеристики. Источниками электромагнитных полей (ЭМП) являются: атмосферное электричество, радиоизлучения, электрические и магнитные поля Земли, искусственные источники (установки ТВЧ, радиовещание и телевидение, радиолокация, радионавигация и др.). Источниками излучения электромагнитной энергии являются мощные телевизионные и радиовещательные станции, промышленные установки высокочастотного нагрева, а также многие измерительные, лабораторные приборы. Источниками излучения могут быть любые элементы, включённые в высокочастотную цепь.

Токи высокой частоты применяют для плавления металлов, термической обработки металлов, диэлектриков и полупроводников и для многих других целей. Для научных исследований в медицине применяют токи ультравысокой частоты, в радиотехнике – токи ультравысокой и сверхвысокой частоты. Возникающие при использовании токов высокой частоты электромагнитные поля представляют определённую профессиональную вредность, поэтому необходимо принимать меры защиты от их воздействия на организм.

Токи высокой частоты создают в воздухе излучения, имеющие ту же электромагнитную природу, что и инфракрасное, видимое, рентгеновское и гамма-излучение. Различие между этими видами энергии – в длине волны и частоте колебаний, а значит, и в величине энергии кванта, составляющего электромагнитное поле. Электромагнитные волны, возникающие при колебании электрических зарядов (при прохождении переменных токов), называются радиоволнами.

Электромагнитное поле характеризуется длиной волны λ , м или частотой колебания f , Гц:

$$\lambda = cT,$$

где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость распространения радиоволн, равная скорости света; $T = 1/f$ – период колебаний; f – частота колебаний, Гц.

Интервал длин радиоволн – от миллиметров до десятков километров, что соответствует частотам колебаний в диапазоне $3 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^{11}$ Гц (рис. 1.1.1).

Интенсивность электромагнитного поля в какой-либо точке пространства зависит от мощности генератора и расстояния от него. На характер распределения поля в помещении влияет наличие металлических предметов и конструкций, которые являются проводниками, а также диэлектриков, находящихся в ЭМП.

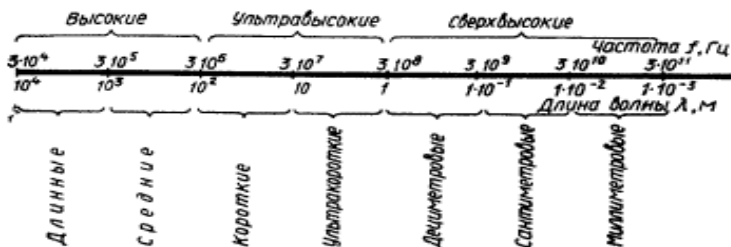


Рис. 1.1.1. Спектр электромагнитного излучения

Источники электромагнитных полей промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения (СВН).

При эксплуатации электроэнергетических установок – открытых распределительных устройств (ОРУ) и воздушных ЛЭП напряжением выше 330 кВ в пространстве вокруг токоведущих частей действующих электроустановок возникает сильное электромагнитное поле, влияющее на здоровье людей. В электроустановках напряжением ниже 330 кВ возникают менее интенсивные электромагнитные поля, не оказывающие отрицательного влияния на биологические объекты.

Эффект воздействия электромагнитного поля на биологический объект принято оценивать количеством электромагнитной энергии, поглощаемой этим объектом при нахождении его в поле. При малых частотах (в данном случае 50 Гц) электромагнитное поле можно рассматривать состоящим из двух полей (электрического и магнитного), практически не связанных между собой. Электрическое поле возникает при наличии напряжения на токоведущих частях электроустановок, а магнитное – при прохождении тока по этим частям. Поэтому допустимо рассматривать отдельно друг от друга влияние, оказываемое ими на биологические объекты.

Установлено, что в любой точке поля в электроустановках сверхвысокого напряжения (50 Гц) энергия магнитного поля, поглощённая телом человека, примерно в 50 раз меньше поглощённой им энергией электрического поля (в рабочих зонах открытых распределительных устройств и проводов ВЛ-750 кВ напряжённость магнитного поля составляет 20... 25 А/м при опасности вредного влияния 150...200 А/м).

На основании этого был сделан вывод, что отрицательное действие электромагнитных полей электроустановок сверхвысокого напряжения (50 Гц) обусловлено электрическим полем, то есть нормируется напряжённость E , кВ/м.

В различных точках пространства вблизи электроустановок напряжённость электрического поля имеет разные значения и зависит от ряда

факторов: номинального напряжения, расстояния (по высоте и горизонтали) рассматриваемой точки от токоведущих частей и др.

Воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Промышленная электротермия, в которой применяются токи радиочастот для электротермической обработки материалов и изделий (сварка, плавка, ковка, закалка, пайка металлов; сушка, спекание и склеивание неметаллов), широкое внедрение радиоэлектроники в народное хозяйство позволяют значительно улучшить условия труда, снизить трудоёмкость работ, добиться высокой экономичности процессов производства. Однако электромагнитные излучения радиочастотных установок, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, могут явиться причиной профессиональных заболеваний. В результате возможны изменения нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной и других систем организма человека.

Действие электромагнитных полей на организм человека проявляется в функциональном расстройстве центральной нервной системы; субъективные ощущения при этом – повышенная утомляемость, головные боли и т.п. Первичным проявлением действия электромагнитной энергии является нагрев, который может привести к изменениям и даже к повреждениям тканей и органов. Механизм поглощения энергии достаточно сложен. Возможны также перегрев организма, изменение частоты пульса, сосудистых реакций. Поля сверхвысоких частот могут оказывать воздействие на глаза, приводящее к возникновению катаракты (помутнению хрусталика). Многократные повторные облучения малой интенсивности могут приводить к стойким функциональным расстройствам центральной нервной системы. Степень биологического воздействия электромагнитных полей на организм человека зависит от частоты колебаний, напряжённости и интенсивности поля, длительности его воздействия. Биологическое воздействие полей разных диапазонов неодинаково. Изменения, возникающие в организме под воздействием электромагнитных полей, чаще всего обратимы.

В результате длительного пребывания в зоне действия электромагнитных полей наступают преждевременная утомляемость, сонливость или нарушение сна, появляются частые головные боли, наступает расстройство нервной системы и др. При систематическом облучении наблюдаются стойкие нервно-психические заболевания, изменение кровяного давления, замедление пульса, трофические явления (выпадение волос, ломкость ногтей и т.п.).

Аналогичное воздействие на организм человека оказывает электромагнитное поле промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения. Интенсивные электромагнитные поля вызывают у работающих нарушение функционального состояния центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы и периферической крови. При

этом наблюдаются повышенная утомляемость, вялость, снижение точности рабочих движений, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце (обычно сопровождается аритмией), головные боли.

Предполагается, что нарушение регуляции физиологических функций организма обусловлено воздействием поля на различные отделы нервной системы. При этом повышение возбудимости центральной нервной системы происходит за счёт рефлекторного действия поля, а тормозной эффект – за счёт прямого воздействия поля на структуры головного и спинного мозга. Считается, что кора головного мозга, а также промежуточный мозг особенно чувствительны к воздействию поля.

Наряду с биологическим действием электрическое поле обуславливает возникновение разрядов между человеком и металлическим предметом, имеющим иной, чем человек, потенциал. Если человек стоит непосредственно на земле или на токопроводящем заземлённом основании, то потенциал его тела практически равен нулю, а если он изолирован от земли, то тело оказывается под некоторым потенциалом, достигающим иногда нескольких кВ.

Очевидно, что прикосновение человека, изолированного от земли, к заземлённому металлическому предмету, равно как и прикосновение человека, имеющего контакт с землей, к металлическому предмету, изолированному от земли, сопровождается прохождением через человека в землю разрядного тока, который может вызывать болезненные ощущения, особенно в первый момент. Часто прикосновение сопровождается искровым разрядом. В случае прикосновения к изолированному от земли металлическому предмету большой протяжённости (трубопровод, проволочная ограда на деревянных стойках и т. п. или большого размера металлическая крыша деревянного здания и пр.) сила тока, проходящего через человека, может достигать значений, опасных для жизни.

Нормирование электромагнитных полей. Исследованиями установлено, что биологическое действие одного и того же по частоте электромагнитного поля зависит от напряжённости его составляющих (электрической и магнитной) или плотности потока мощности для диапазона более 300 МГц. Это является критерием для определения биологической активности электромагнитных излучений. Для этого электромагнитные излучения с частотой до 300 МГц разбиты на диапазоны, для которых установлены предельно допустимые уровни напряжённости электрической, В/м, и магнитной, А/м, составляющих поля. Для населения ещё учитывают их местонахождение в зоне застройки или жилых помещений.

Согласно ГОСТ 12.1.006–84, нормируемыми параметрами в диапазоне частот 60 кГц...300 МГц являются напряжённости E и H электромагнитного поля. На рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала, профессионально связанного с воздействием электромагнитного

поля, предельно допустимая напряжённость этого поля в течение всего рабочего дня не должна превышать нормативных значений.

Эффект воздействия электромагнитного поля на биологический объект принято оценивать количеством электромагнитной энергии, поглощаемой этим объектом при нахождении его в поле Вт:

$$W_{\text{погл}} = \sigma S_{\text{эф}},$$

где σ – плотность потока мощности излучения электромагнитной энергии Вт/м²; $S_{\text{эф}}$ – эффективная поглощающая поверхность тела человека, м².

В табл. 2.3.1 приведены предельно допустимые плотности потока энергии электромагнитных полей (ЭМП) в диапазоне частот 300 МГц... 300 000 ГГц и время пребывания на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала, профессионально связанного с воздействием ЭМП.

В табл. 1.1.2 приведено допустимое время пребывания человека в электрическом поле промышленной частоты сверхвысокого напряжения (400 кВ и выше).

1.1.1. Нормы облучения УВЧ и СВЧ

Плотность потока мощности энергии a , Вт/м ²	Допустимое время пребывания в зоне воздействия ЭМП	Примечание
До 0,1 0,1...1 1...10	Рабочий день Не более 2 ч Не более 10 мин	В остальное рабочее время плотность потока энергии не должна превышать 0,1 Вт/м ² . При условии пользования защитными очками. В остальное рабочее время плотность потока энергий не должна превышать 0,1 Вт/м ²

1.1.2. Предельно допустимое время пребывания в электрическом поле

Электрическая напряжённость E , кВ/м	Допустимое время пребывания, мин	Примечание
<5	Без ограничений (рабочий день)	Остальное время рабочего дня человек находится в местах, где напряжённость электрического поля меньше или равна 5 кВ/м
5...10	<180	
10...15	<90	
15...20	<10	
20...25	<5	

Ограничение времени пребывания человека в электромагнитном поле представляет собой так называемую «защиту временем».

Если напряжённость поля на рабочем месте превышает 25 кВ/м или если требуется большая продолжительность пребывания человека в поле, чем указано в табл. 1.1.2, работы должны производиться с применением защитных средств – экранирующих устройств или экранирующих костюмов.

Пространство, в котором напряжённость электрического поля равна 5 кВ/м и больше, принято называть опасной зоной, или зоной влияния. Приблизительно можно считать, что эта зона лежит в пределах круга с центром в точке расположения ближайшей токоведущей части, находящейся под напряжением, и радиусом $R = 20$ м для электроустановок 400...500 кВ и $R = 30$ м для электроустановок 750 кВ (рис. 1.1.2). На пересечениях линий электропередачи сверхвысокого (400...750 кВ) и ультравысокого (1150 кВ) напряжения с железными и автомобильными дорогами устанавливаются специальные знаки безопасности, ограничивающие зоны влияния этих воздушных линий.

Допустимое значение тока, длительно проходящего через человека и обусловленного воздействием электрического поля электроустановок сверхвысокого напряжения, составляет примерно 50...60 мкА, что соответствует напряжённости электрического поля на высоте роста человека примерно 5 кВ/м. Если при электрических разрядах, возникающих в момент прикосновения человека к металлической конструкции, имеющей иной, чем человек, потенциал, установившийся ток не превышает 50...60 мкА, то человек, как правило, не испытывает болевых ощущений. Поэтому это значение тока принято в качестве нормативного (допустимого).

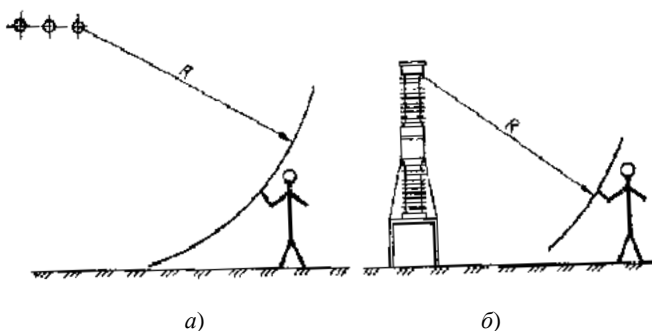


Рис. 1.1.2. Радиусы опасных зон (зон влияния):

а – источник влияния – открытое распределительное устройство или провода воздушной линии электропередачи;

б – источник влияния – токоведущие части аппаратов

Измерение интенсивности электромагнитных полей. Для определения интенсивности электромагнитных полей, воздействующих на обслуживающий персонал, замеры проводят в зоне нахождения персонала по высоте от уровня пола (земли) до 2 м через 0,5 м. Для определения характера распространения и интенсивности полей в цехе, на участке, в кабине, помещении (лаборатории и других) должны быть проведены измерения в точках пересечения координатной сетки со стороной в 1 м. Измерения проводят (при максимальной мощности установки) периодически, не реже одного раза в год, а также при приёме в эксплуатацию новых установок, изменениях в конструкции и схеме установки, проведении ремонтов и т.д.

Исследования электромагнитных полей на рабочих местах должны проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.002–84, ГОСТ 12.1.006–84 по методике, утверждённой Минздравом СССР.

Для измерения интенсивности электромагнитных полей радиочастот используется прибор ИЭМП-1. Этим прибором можно измерить напряжённости электрического и магнитного полей вблизи излучающих установок в диапазоне частот 100 кГц...300 МГц для электрического поля и в диапазоне частот 100 кГц...1,5 МГц – для магнитного поля. С помощью данного прибора можно установить зону, в пределах которой напряжённость поля выше допустимой.

Плотность потока мощности в диапазоне УВЧ–СВЧ измеряют прибором ПО-1, с помощью которого можно определить среднее по времени значение σ , Вт/м².

Измерения напряжённости электрического поля в электроустановках сверхвысокого напряжения производят приборами типа ПЗ-1, ПЗ-1 м и др.

Измеритель напряжённости электрического поля работает следующим образом. В антенне прибора электрическое поле создаёт ЭДС, которая усиливается с помощью транзисторного усилителя, выпрямляется полупроводниковыми диодами и измеряется стрелочным микроамперметром. Антенна представляет собой симметричный диполь, выполненный в виде двух металлических пластин, размещённых одна над другой. Поскольку наведённая в симметричном диполе ЭДС пропорциональна напряжённости электрического поля, шкала миллиамперметра отградуирована в киловольтах на метр (кВ/м).

Измерение напряжённости должно производиться во всей зоне, где может находиться человек в процессе выполнения работы. Наибольшее измеренное значение напряжённости является определяющим. При размещении рабочего места на земле наибольшая напряжённость обычно бывает на высоте роста человека. Поэтому замеры рекомендуется производить на высоте 1,8 м от уровня земли.

Методы защиты от электромагнитных полей. Основные меры защиты от воздействия электромагнитных излучений: уменьшение излу-

ния непосредственно у источника (достигается увеличением расстояния между источником направленного действия и рабочим местом, уменьшением мощности излучения генератора); рациональное размещение СВЧ и УВЧ-установок (действующие установки мощностью более 10 Вт следует размещать в помещениях с капитальными стенами и перекрытиями, покрытыми радиопоглощающими материалами – кирпичом, шлакобетоном, а также материалами, обладающими отражающей способностью – масляными красками и др.); дистанционный контроль и управление передатчиками в экранированном помещении (для визуального наблюдения за передатчиками оборудуются смотровые окна, защищённые металлической сеткой); экранирование источников излучения и рабочих мест (применение отражающих заземлённых экранов в виде листа или сетки из металла, обладающего высокой электропроводностью – алюминия, меди, латуни, стали); организационные меры (проведение дозиметрического контроля интенсивности электромагнитных излучений – не реже одного раза в 6 месяцев; медосмотр – не реже одного раза в год; дополнительный отпуск, сокращённый рабочий день, допуск лиц не моложе 18 лет и не имеющих заболеваний центральной нервной системы, сердца, глаз); применение средств индивидуальной защиты (спецодежда, защитные очки и др.).

У индукционных плавильных печей и нагревательных индукторов (высокие частоты) допускается напряжённость поля до 20 В/м. Предел для магнитной составляющей напряжённости поля должен быть 5 А/м. Напряжённость ультравысокочастотных электромагнитных полей (средние и длинные волны) на рабочих местах не должна превышать 5 В/м.

Каждая промышленная установка снабжается техническим паспортом, в котором указаны электрическая схема, защитные приспособления, место применения, диапазон волн, допустимая мощность и т. д. По каждой установке ведут эксплуатационный журнал, в котором фиксируют состояние установки, режим работы, исправления, замену деталей, изменения напряжённости поля. Пребывание персонала в зоне воздействия электромагнитных полей ограничивается минимально необходимым для проведения операций временем.

Новые установки вводят в эксплуатацию после приёмки их, при которой устанавливают выполнение требований и норм охраны труда, норм по ограничению полей и радиопомех, а также регистрации их в государственных контролирующих органах..

Генераторы токов высокой частоты устанавливают в отдельных огнестойких помещениях, машинные генераторы – в звуконепроницаемых кабинах. Для установок мощностью до 30 кВт отводят площадь не менее 40 м², большей мощности – не менее 70 м². Расстояние между установками должно быть не менее 2 м, помещения экранируют, в общих помещениях установки размещают в экранированных боксах. Обязательна общая

вентиляция помещений, а при наличии вредных выделений – и местная. Помещения высокочастотных установок запрещается загромождать металлическими предметами.

Наиболее простым и эффективным методом защиты от электромагнитных полей является «защита расстоянием».

Другим эффективным способом защиты является экранирование. Электромагнитное поле ослабляется экраном вследствие создания в толще его поля противоположного направления. Степень ослабления электромагнитного поля зависит от глубины проникновения высокочастотного тока в толщу экрана. Чем больше магнитная проницаемость экрана и выше частота экранируемого поля, тем меньше глубина проникновения и необходимая толщина экрана. Экранируют либо источник излучений, либо рабочее место. Экраны бывают отражающие и поглощающие.

Для защиты работающих от электромагнитных излучений применяют заземлённые экраны, кожухи, защитные козырьки, устанавливаемые на пути излучения. Средства защиты (экраны, кожухи) из радиопоглощающих материалов выполняют в виде тонких резиновых ковриков, гибких или жёстких листов поролона, ферромагнитных пластин.

Для защиты от электрических полей сверхвысокого напряжения (50 Гц) необходимо увеличивать высоту подвеса фазных проводов ЛЭП. Для открытых распределительных устройств рекомендуются заземлённые экраны (стационарные или временные) в виде козырьков, навесов и перегородок из металлической сетки возле коммутационных аппаратов, шкафов управления и контроля. К средствам индивидуальной защиты от электромагнитных излучений относят переносные зонты, комбинезоны и халаты из металлизированной ткани, осуществляющие защиту организма человека по принципу заземлённого сетчатого экрана.

Защита от лазерного излучения. Лазеры широко применяют в технике, медицине. Принцип действия лазеров основан на использовании вынужденного электромагнитного излучения, возникающего в результате возбуждения квантовой системы. Лазерное излучение является электромагнитным излучением, генерируемым в диапазоне длин волн 0,2...1000 мкм, который может быть разбит в соответствии с биологическим действием на ряд областей спектра: 0,2...0,4 мкм – ультрафиолетовая область; 0,4...0,7 – видимая; 0,75...1,4 мкм – ближняя инфракрасная; свыше 1,4 мкм – дальняя инфракрасная область. Основными энергетическими параметрами лазерного излучения являются: энергия излучения, энергия импульса, мощность излучения, плотность энергии (мощности) излучения, длина волны.

При эксплуатации лазерных установок обслуживающий персонал может подвергаться воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов. Основную опасность представляют прямое, рассеянное и отражённое излучение.

Наиболее чувствительным органом к лазерному излучению являются глаза – повреждения сетчатки глаз могут быть при сравнительно небольших интенсивностях.

Лазерная безопасность – это совокупность технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасные условия труда персонала при использовании лазеров. Способы защиты от лазерного излучения подразделяют на коллективные и индивидуальные.

Коллективные средства защиты включают: применение телевизионных систем наблюдений за ходом процесса, защитные экраны (кожухи); системы блокировки и сигнализации; ограждение лазерно-опасной зоны. Для контроля лазерного излучения и определения границ лазерно-опасной зоны применяют калориметрические, фотоэлектрические и другие приборы.

В качестве средств индивидуальной защиты используют специальные противолазерные очки, щитки, маски, технологические халаты и перчатки. Для уменьшения опасности поражения за счёт уменьшения диаметра зрачка оператора в помещениях должна быть хорошая освещённость рабочих мест: коэффициент естественной освещённости должен быть не менее 1...5%, а общее искусственное освещение должно создавать освещённость не менее 150 лк.

1.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Быстрое развитие энерговооружённости современных видов промышленности обусловило рост интенсивности взаимодействия практически всех работающих с электрическими приборами. При этом отличительной особенностью является то, что в отличие от прочих опасностей, человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить её, оценить и принять правильные и эффективные меры по своей защите.

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту работающих от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электрические устройства, применяемые на производстве, представляют большую потенциальную опасность. Кроме поражения людей электрическим током нарушение режима работы электроустановок может сопровождаться в отдельных случаях возникновением пожара или взрыва.

Анализ статических данных показывает, что электротравматизм в общем балансе травматизма на производстве невысок – всего 0,5...1%. Однако по числу случаев со смертельным исходом электротравматизм занимает одно из первых мест, достигая в отдельных отраслях 30...40%. При этом до 80% случаев со смертельным исходом приходится на электроустановки напряжением 127...380 В.

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) все электроустановки по величине напряжения подразделяют на 2 группы: установки напряжением до 1000 В включительно и свыше 1000 В.

Наибольшее количество электротравм, приходящиеся, как правило, на установки напряжением до 1000 В, связано с тем, что данные электроустановки находят широкое распространение, и, как правило, обслуживаются персоналом, не имеющим специальной электрической подготовки.

Практика показывает, что в большинстве случаев при применении электрической энергии опасность возникает из-за нарушения изоляции токоведущих частей. На состояние изоляции существенное влияние оказывает температура и влажность окружающей среды, наличие химически активной среды и ряд других факторов.

Таким образом, при эксплуатации электрического оборудования, аппаратуры и приборов большое значение приобретают вопросы защиты обслуживающего персонала и других лиц от опасности поражения электрическим током.

Основные причины поражения людей электрическим током. Причины несчастных случаев при поражении электрическим током, как правило, разнообразны. Основными из них являются:

1) случайное прикосновение к открытым токоведущим частям, находящимся под напряжением. Это может происходить, например, при производстве каких-либо работ вблизи или непосредственно на частях, находящихся под напряжением: при неисправности защитных средств и устройств, посредством которых пострадавший прикасался к токоведущим частям; при переноске на плече длинномерных металлических изделий, которыми можно случайно прикоснуться к незаизолированным электропроводам, расположенным на недостаточной высоте;

2) появление напряжения на металлических частях электрооборудования (корпусах, кожухах, ограждениях и т.п.), которые в нормальных условиях не находятся под напряжением. Чаще всего это может происходить вследствие повреждения изоляции кабелей, проводов или обмоток электрических машин и аппаратов, приводящего, как правило, к замыканию на корпус;

3) электрическая дуга, которая может образоваться в электроустановках напряжением свыше 1000 В между токоведущей частью и человеком при условии, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

4) возникновение шагового напряжения на поверхности земли при замыкании провода на землю или при стекании тока с корпуса заземленного электрооборудования при пробое изоляции токоведущих частей;

5) прочие причины, к которым можно отнести такие, как: несогласованные и ошибочные действия персонала, оставление электроустановок под напряжением без надзора, допуск к ремонтным работам на отключён-

ном оборудовании без предварительной проверки отсутствия напряжения и неисправности заземляющего устройства и т.д.

Основными мерами по устранению указанных выше причин поражения током и обеспечению защиты обслуживающего персонала являются:

1) обеспечение надёжной защиты токоведущих частей, находящихся под напряжением, от случайного прикосновения. Для этого токоведущие части необходимо располагать на недоступной высоте, применять ограждение и изоляцию токоведущих частей;

2) применение защитного заземления и зануления электроустановок;

3) использование автоматического отключения, широкое применение пониженного напряжения, двойной изоляции и др.;

4) применение специальных защитных средств – переносных приборов и приспособлений, средств индивидуальной защиты;

5) чёткая организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Факторы, влияющие на степень тяжести электротравматизма.

Действие электрического тока на живую ткань в отличие от действия других материальных факторов (пара, химических веществ, излучения и др.) носит своеобразный и разносторонний характер. Проходя через организм человека, электрический ток производит термическое, электролитическое и механическое воздействия, являющиеся физико-химическими процессами, присущими как живой, так и неживой материи; одновременно электрический ток производит и биологическое действие, которое является специфическим процессом, свойственным лишь живой ткани:

1. Термическое действие тока проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и других органов, находящихся на пути тока, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства.

2. Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей, в том числе и крови, что сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава.

3. Механическое (динамическое) действие тока выражается в разрыве, расслоении и других повреждениях различных тканей организма, в том числе мышечной ткани, стенок кровеносных сосудов, сосудов лёгочной ткани и др.

4. Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и связанных с его жизненными функциями.

Электрический ток, проходя через организм, раздражает живые ткани, вызывая в них ответную реакцию – возбуждение, являющееся одним из основных физиологических процессов и характеризующееся тем, что живые образования переходят из состояния относительного физиологического покоя в состояние специфической для них деятельности.

Так, если электрический ток проходит непосредственно через мышечную ткань, то возбуждение, обусловленное раздражающим действием тока, проявляется в виде непроизвольного сокращения мышц. Это так называемое прямое, или непосредственное, раздражающее действие тока на ткани, по которым он проходит.

Однако действие тока может быть не только прямым, но и рефлекторным, то есть осуществляться через центральную нервную систему. Иначе говоря, ток может вызывать возбуждение тех тканей, которые не находятся у него на пути. Дело в том, что электрический ток, проходя через тело человека, вызывает раздражение рецепторов – особых клеток, имеющих в большом количестве во всех тканях организма и обладающих высокой чувствительностью к воздействию факторов внешней и внутренней среды.

Центральная нервная система перерабатывает нервный импульс и передаёт его подобно исполнительной команде к рабочим органам: мышцам, железам, сосудам, которые могут находиться вне зоны прохождения тока.

Степень тяжести воздействия тока на человека зависит от следующих факторов:

- 1) силы тока в момент поражения;
- 2) времени воздействия тока;
- 3) сопротивление человека;
- 4) пути протекания тока в теле человека;
- 5) рода и частоты тока;
- 6) индивидуальных свойств человека;
- 7) факторов окружающей среды;

Экспериментальные исследования показали, что человек начинает ощущать раздражающее действие переменного тока промышленной частоты силой 0,6...1,6 мА и постоянного тока, 5...7 мА. Эти токи не представляют серьёзной опасности для деятельности организма человека, и так как при такой силе тока возможно самостоятельное освобождение человека от контакта с токоведущими частями, то допустимо его длительное протекание через тело человека.

В тех случаях, когда раздражающее действие тока становится настолько сильным, что человек не в состоянии освободиться от контакта, возникает опасность длительного протекания тока через тело человека. Длительное воздействие таких токов может привести к затруднению и нарушению дыхания. Для переменного тока промышленной частоты сила неотпускающего тока находится в пределах 6...20 мА и более. Постоянный ток не вызывает неотпускающего эффекта, а приводит к сильным болевым ощущениям, сила такого тока 15...80 мА и более.

При протекании тока в несколько сотых долей ампера возникает опасность нарушения работы сердца. Может возникнуть фибрилляция

сердца, т.е. беспорядочные, некоординированные сокращения волокон сердечной мышцы, при этом сердце не в состоянии гнать кровь по сосудам, происходит остановка кровообращения. Фибрилляция длится, как правило, несколько минут, после чего следует полная остановка сердца. Процесс фибрилляции сердца необратим, и сила тока, вызывающая его, является смертельной. Как показывают экспериментальные исследования, пороговые фибрилляционные токи зависят от массы человеческого тела, длительности протекания тока и его пути.

Рассмотренные реакции организма на действие электрического тока позволили установить три критерия электробезопасности и соответствующие им уровни безопасных токов:

1. Неощутимый ток, который не вызывает нарушений деятельности организма и допускается для длительного (не более 10 мин в сутки) протекания через тело человека при обслуживании электрооборудования. Для переменного тока частотой 50 Гц он составляет 0,3 мА, для постоянного 1 мА.

2. Отпускающий ток. Действие такого тока на человека допустимо, если длительность его протекания не превышает 30 с. Сила отпускающего тока: для переменного тока – 6 мА, для постоянного – 15 мА.

3. Фибрилляционный ток, не превосходящий по величине пороговый фибрилляционный ток и действующий кратковременно.

Род и частота тока, наряду с рассмотренными выше факторами, оказывает определённое влияние на исход поражения. Установлено, что постоянный ток примерно в 4...5 раз безопаснее переменного тока частотой 50 Гц. Это достаточно убедительно объясняется и тем фактором, что при прохождении переменного тока через тело человека, его организм должен перестраиваться и каждый раз реагировать на изменение направления движения его электрических зарядов. Постоянный же ток движется в одном направлении, и его воздействие проявляется, в основном, в нагреве тканей тела человека. Однако такое утверждение справедливо лишь для относительно небольших напряжений – до 250...300 В. При более высоких напряжениях опасность постоянного тока возрастает.

С увеличением частоты переменного тока, проходящего через тело человека, полное сопротивление тела уменьшается, а, следовательно, величина проходящего тока возрастает. Такое снижение сопротивления возможно лишь в пределах частот от 0 до 50...60 Гц. Дальнейшее же повышение частоты тока сопровождается снижением опасности поражения, которая полностью исчезает при частоте 450...500 кГц. Снижение опасности поражения током с увеличением частоты становится практически заметным при частоте 1000...2000 Гц. Однако токи таких высоких частот сохраняют опасность ожогов как и в случае возникновения электрической дуги, так и при прохождении их непосредственно через человека.

Сопротивление тела человека достаточно сильно влияет на исход поражения. Оно обуславливает, согласно закону Ома, величину тока, проходящего через тело человека. Сопротивление человека измеряется в очень широких пределах. Наибольшим сопротивлением обладает верхний слой кожи (роговой слой) толщиной 0,2 мм. Состояние кожного покрова существенно сказывается на величине сопротивления тела человека. Сопротивление тела человека при сухой, чистой и неповреждённой коже, измеренное при напряжении до 15...20 В, колеблется в широких пределах – 3000...100 000 Ом, а иногда и более. Под роговым слоем сопротивление тела падает до 1000...5000 Ом, а при полном удалении – до 300...500 Ом.

Увеличение площади и плотности контакта тела человека с токоведущими частями способствует увеличению общей проводимости тела и уменьшению переходного сопротивления, что в конечном итоге ведёт и к снижению величины сопротивления тела человека. В равной мере на величину сопротивления тела человека оказывает влияние и место положения контактов, так как у одного и того же человека сопротивление кожи неодинаково на разных участках тела.

При различных расчётах, связанных с обеспечением электробезопасности, сопротивление тела человека принимают равным 1000 Ом.

Путь тока в теле пострадавшего играет существенную роль в исходе поражения. Наибольшая опасность возникает при непосредственном прохождении тока через жизненно-важные органы (сердце, лёгкие, головной мозг). Если же ток проходит иными путями, то воздействие его на жизненно важные органы может быть рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему, благодаря чему вероятность тяжёлого исхода резко уменьшается. Поскольку путь тока зависит от того, какими участками тела пострадавший прикасается к токоведущим частям, его влияние на исход поражения проявляется ещё и потому, что сопротивление кожи на разных участках тела различно. Наиболее опасный путь – правая рука–ноги, так как в этом случае наибольшая доля тока приходится на область сердца по сравнению с другими направлениями движения тока. Наименее опасный путь – нога–нога.

Индивидуальные свойства организма в значительной степени влияют на исход поражения. Физически крепкие люди легче переносят воздействие электрического тока по сравнению со страдающими различными заболеваниями. Большое значение имеет и психическое состояние пострадавшего в момент возникновения электротравмы. Лица, страдающие болезнями сердца, органов внутренней секреции, нервными заболеваниями, туберкулёзом и т.д., а также находящиеся в состоянии переутомления, усталости, переносят электротравмы достаточно тяжело.

Первая помощь человеку, поражённому электрическим током. Первую доврачебную помощь поражённому током должен уметь оказыв-

вать каждый работающий с электроустановками. Она состоит из двух этапов: освобождение пострадавшего от действия тока и оказание ему медицинской помощи.

Освобождение пострадавшего от действия тока необходимо в случае, если он сам не в состоянии этого сделать. Такое положение может возникнуть, если через пострадавшего проходит ток больше 10...15 мА, и он не в состоянии разжать руку с зажатым проводом; при параличе или судорожном сокращении мышц; при потере сознания. Следует помнить, что ток, проходящий через человека, может быстро увеличиться до опасного значения, поэтому необходимо срочно освободить его от действия тока.

Такое освобождение можно осуществить несколькими способами. Наиболее простой – отключить электроустановку, которой касается человек, от источника питания. Если это сделать невозможно, то пострадавшего необходимо оттянуть от токоведущих частей или перерубить провода. При напряжениях до 1000 В допускается оттягивание пострадавшего, взявшись за его одежду и предварительно изолировав руки (диэлектрическими перчатками, шарфом, рукавицами и т.п.). Действовать необходимо одной рукой. Вместо этого можно изолировать себя от пола, встав на резиновый коврик, сухую доску или одежду. Перерубать провода при напряжениях до 1000 В можно топором с сухой деревянной ручкой или другим инструментом с изолированными ручками. Каждый провод следует перерубать отдельно, чтобы не вызвать короткого замыкания и, как следствие, электрической дуги между проводами.

В электроустановках напряжением выше 1000 В для обеспечения собственной безопасности оказывающий помощь должен надеть диэлектрические перчатки, и освобождение пострадавшего от токоведущих частей производить изолирующей штангой или клещами с изолирующими ручками, рассчитанными на соответствующее напряжение.

Сразу же после освобождения пострадавшего от электрического тока ему оказывается первая доврачебная помощь. Для определения её вида и объёма необходимо выяснить состояние пострадавшего (проверить наличие дыхания, пульса, реакцию зрачков на свет). Если пострадавший находится в сознании, у него нормальное дыхание и сердцебиение, то его всё же нельзя считать здоровым. Его следует удобно уложить в сухое место, расстегнуть одежду и обеспечить полный покой до прибытия врача. Дело в том, что отрицательное воздействие электрического тока на человека может сказаться не сразу, а спустя некоторое время – через несколько минут, часов и даже дней.

Если пострадавший находится без сознания, но с нормальным дыханием и пульсом, его следует удобно уложить, обеспечить приток

свежего воздуха и начать приводить в сознание (подносить к носу вату, смоченную в нашатырном спирте, обрызгивать лицо холодной водой, растирать и согреть тело).

В случае отсутствия у пострадавшего дыхания или(и) пульса ему необходимо производить искусственное дыхание и непрямой массаж сердца. Никогда не следует отказываться от оказания помощи пострадавшему и считать его мёртвым из-за отсутствия дыхания, сердцебиения и других признаков жизни. Известно много случаев оживления людей, поражённых током, после нескольких часов, в течение которых *непрерывно* выполнялись искусственное дыхание и массаж сердца. Однако попытки оживления эффективны, когда с момента остановки сердца прошло не более 5–6 мин.

Длительное отсутствие пульса при появлении дыхания и других признаков оживления организма указывает на наличие фибрилляции сердца. В этом случае необходимо произвести его дефибрилляцию. Достигается она путём кратковременного воздействия большого тока на сердце пострадавшего. В результате происходит одновременное сокращение всех волокон сердечной мышцы, которые до того сокращались в разное время. После этого могут восстановиться естественные сокращения сердца. Дефибрилляция производится с помощью специального прибора – дефибриллятора, основной частью которого является конденсатор ёмкостью 20 мкФ с рабочим напряжением 6 кВ. Ток разрядки конденсатора при длительности 10 мкс составляет 15...20 А. Электрическую дефибрилляцию сердца может производить только врач.

Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током. В соответствии с действующими ПУЭ, все помещения по степени опасности поражения людей электрическим током делятся на три класса: помещения без повышенной опасности, повышенной опасности и особо опасные (табл. 1.2.1).

К помещениям без повышенной опасности могут быть отнесены обычные жилые комнаты, конторы, лаборатории, а также некоторые производственные помещения.

К помещениям повышенной опасности относят цеха по механической обработке металлов, лестничные клетки различных зданий с токопроводящими полами и т.п.

К особо опасным помещениям относится большая часть производственных помещений, в том числе цеха электростанций, машиностроительных и металлургических заводов, водонасосные станции, помещения аккумуляторных батарей, гальванические цеха и т.п. Сюда же относятся и участки работ на земле под открытым небом или под навесом.

Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях. Случаи поражения человека током возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека или, иначе говоря, при прикосно-

1.2.1. Классификация помещений по степени опасности поражения людей электрическим током

Класс помещения	Характеристика помещения
Помещения без повышенной опасности	Помещения, в которых отсутствуют условия, характеризующие помещения с повышенной опасностью или особо опасные (см. ниже)
Помещения с повышенной опасностью	Помещения, характеризующиеся наличием в них только одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: <ul style="list-style-type: none"> – сырости (относительная влажность воздуха в помещении длительно превышает 75%); – токопроводящей пыли; – токопроводящих полов (металлических, кирпичных и т.п.); – высокой температуры (жаркие помещения, температура воздуха в которых постоянно или периодически (более 1 суток) превышает +35 °С); – возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий и т.п. с одной стороны, и металлическим корпусам электрооборудования – с другой
Помещения особо опасные	Помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: <ul style="list-style-type: none"> – особой сырости (относительная влажность воздуха в помещении близка к 100%); – химически активной или органической среды, действующей разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования; – одновременно двух и более условий, характеризующих помещения с повышенной опасностью

вении человека не менее чем к двум точкам цепи, между которыми существует некоторое напряжение. Опасность такого прикосновения, оцениваемая значением тока, проходящего через тело человека, или же напряжением прикосновения, зависит от ряда факторов: схемы включения человека в цепь, напряжения сети, схемы самой сети, режима её нейтрали, степени изоляции токоведущих частей от земли, а также от значения ёмкости токоведущих частей относительно земли и т.п.

Схемы включения человека в электрическую цепь могут быть различными. Однако наиболее характерными являются две схемы включения: между двумя проводниками и между одним проводником и землей.

Во втором случае предполагается наличие электрической связи между сетью и землёй. Применительно к сетям переменного тока первую схему обычно называют двухфазным включением, а вторую – однофазным. Двухфазное включение, т.е. прикосновение человека одновременно к двум фазам, как правило, более опасно, поскольку к телу человека прикладывается наибольшее в данной сети напряжение – линейное, и поэтому через тело человека пойдёт больший ток (А)

$$I_h = U_{л}/R_h = 1,73U_{\phi}/R_h,$$

где $U_{л}$ – линейное напряжение, т.е. напряжение между фазными проводниками сети, равное $\sqrt{3}U_{\phi}$, В; U_{ϕ} – фазное напряжение, т.е. напряжение между началом и концом одной обмотки источника тока трансформатора, генератора или между фазным и нулевым проводниками, В.

Однофазное включение происходит значительно чаще, но является менее опасным, чем двухфазное, поскольку напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного. Соответственно меньше оказывается ток, проходящий через тело человека. Кроме того, на значение этого тока влияют также режим нейтрали источника тока, сопротивление изоляции и ёмкость проводов относительно земли, сопротивление пола, на котором стоит человек, сопротивление его обуви и другие факторы.

Явления при стекании тока в землю. Напряжение прикосновения и шага. Стеkanie тока в землю происходит только через проводник, находящийся в непосредственном контакте (случайном или преднамеренном) с землёй. Если контакт с землёй осуществлён преднамеренно, то проводник называется заземлителем, или электродом. При стекании тока в землю происходит резкое снижение потенциала заземлившейся токоведущей части до

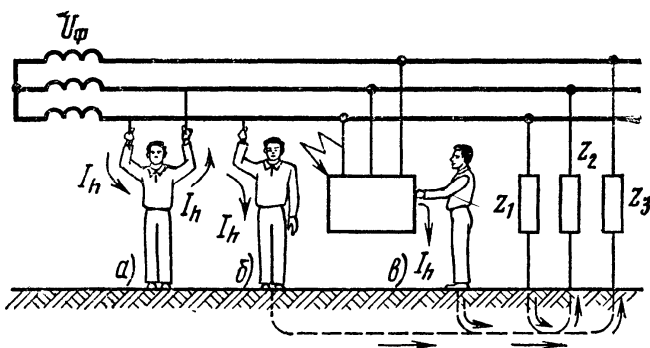


Рис. 1.2.1. Случаи включения человека в цепь тока:
а – двухфазное включение; б, в – однофазное включение

значения φ_3 (В), равного произведению тока, стекающего в землю I_3 , на сопротивление, которое этот ток встречает на своём пути R_3 (Ом)

$$\varphi_3 = I_3 R_3.$$

Однако при этом возникают и отрицательные явления: появление потенциалов на заземлителе и находящихся в контакте с ним металлических частях, а также на поверхности грунта вокруг места стекания тока в землю.

Характер распределения потенциалов на поверхности земли можно оценить, рассмотрев случай стекания тока I_3 (А) в землю через наиболее простой заземлитель – полушар радиусом r (м). Считаем, что земля во всём своём объёме однородна, т.е. в любой точке обладает одинаковым удельным сопротивлением ρ (Ом·м). В этом случае ток в земле будет растекаться во все стороны по радиусам полушара и плотность его в земле на расстоянии x от центра полушара будет (A/m^2) .

В объёме земли, где проходит ток, возникает так называемое «поле растекания тока». Теоретически оно простирается до бесконечности. Однако в реальных условиях уже на расстоянии 20 м от заземлителя, сечение слоя земли, по которому проходит ток, оказывается столь большим, что плотность тока здесь практически равна 0. Следовательно, поле растекания можно считать распространяющимся лишь на расстояние 20 м от заземлителя.

При постоянном токе и при переменном с частотой 50 Гц поле растекания тока в проводящей однородной среде можно рассматривать как стационарное электрическое поле, напряжённость которого E (В/м) связана с плотностью тока δ соотношением $\delta = E/\rho$, являющимся законом Ома

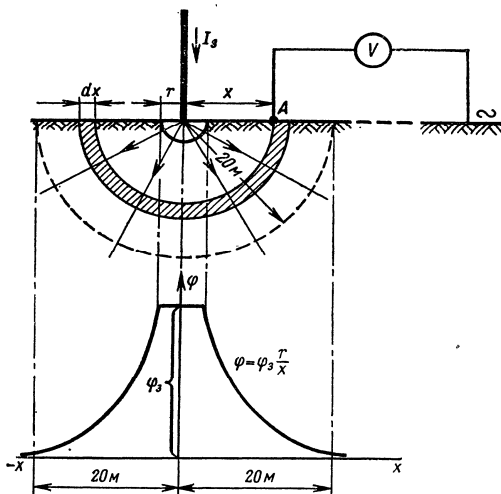


Рис. 1.2.2. Распределение потенциала на поверхности земли вокруг полушарового заземлителя

в дифференциальной форме. На основании этого можно определить потенциал любой точки на поверхности земли, отстоящей от центра заземлителя на расстоянии x м. Он равен падению напряжения в грунте на участке x до бесконечности, т.е. $\varphi = \int_x^{\infty} dU$, где dU – падение напряжения в элементарном слое земли толщиной dx ; это падение напряжения составляет

$$dU = Edx = \delta\rho dx = \frac{I_3 \rho}{2\pi x^2} dx.$$

Тогда потенциал точки A будет

$$\varphi = \frac{I_3 \rho}{2\pi} \int_x^{\infty} \frac{dx}{x^2} = \frac{I_3 \rho}{2\pi x}.$$

Минимальный потенциал будет иметь точка, лежащая в бесконечности. Практически – на расстоянии 20 м от заземлителя.

Максимальный потенциал будет при наименьшем значении x , т.е. непосредственно на заземлителе ($x = r$)

$$\varphi_3 = I_3 \rho / (2\pi r).$$

Подставив значение потенциала заземлителя в выражение для потенциала некоторой точки, получим

$$\varphi = \varphi_3 r / x.$$

Заменяя произведение постоянных $\varphi_3 r$ на k , получим уравнение равносторонней гиперболы $\varphi = k / x$.

Для вертикального стержневого заземлителя уравнение потенциальной кривой имеет вид

$$\varphi_3 = I_3 \rho / (2\pi l) \ln \frac{\sqrt{l^2 + x^2} + l}{x},$$

где l – длина заземлителя, м.

Максимальный потенциал, т.е. потенциал стержневого заземлителя, будет при наименьшем значении x , т.е. при $x = 0,5d$, где d – диаметр заземлителя, м.

Сопротивление заземлителя растеканию тока. Ток, проходящий через заземлитель в землю, преодолевает сопротивление, называемое сопротивлением растекания. Оно состоит из трёх слагаемых: сопротивления самого заземлителя, переходное сопротивление между заземлителем и грунтом и сопротивления грунта. Две первые части малы по сравнению с третьей, ими пренебрегают, под сопротивлением заземлителя растеканию тока понимают сопротивление грунта растеканию тока.

Сопротивление растеканию любого заземлителя R_3 , (Ом) определяют как частное от деления потенциала заземлителя на ток I_3 , протекающий в землю через заземлитель. Так, сопротивление растекания одиночного полусферического заземлителя равно

$$R_3 = \rho / (2\pi r).$$

По условиям безопасности заземление должно обладать относительно малым сопротивлением. Поэтому на практике применяют, как правило, групповой заземлитель, т.е. заземлитель, состоящий из нескольких параллельно включённых одиночных электродов. При больших расстояниях между электродами (более 40 м) ток каждого электрода проходит по «своему» отдельному участку земли, в котором токи других заземлителей не проходят. В этом случае потенциальные кривые, возникающие вокруг каждого одиночного заземлителя, взаимно не пересекаются. При одинаковых размерах (сопротивлениях) сопротивление группового заземлителя будет $R_{гр} = R_0/n$. При малых расстояниях между электродами (менее 40 м) поля растекания токов как бы накладываются одно на другое, а потенциальные кривые взаимно пересекаются и, складываясь, образуют суммарную потенциальную кривую. В этом случае на общих участках земли, по которым проходят токи нескольких электродов, увеличивается плотность тока, что приводит к увеличению сопротивления растеканию

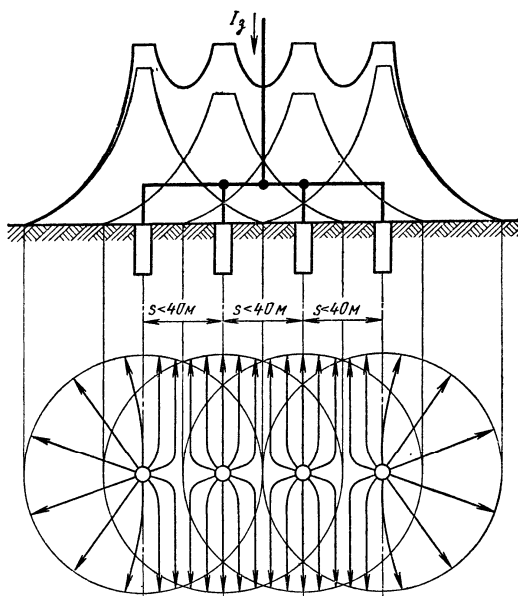


Рис 1.2.3. Потенциальная кривая группового заземлителя и поле растекания тока при расстоянии между электродами $S < 40\text{ м}$

заземлителей. Поэтому сопротивление группового заземлителя $R_{гр}$ выражается зависимостью $R_{гр} = R_0/n\eta$, где η – коэффициент, характеризующий уменьшение проводимости заземлителей и называемый коэффициентом использования группового заземлителя (коэффициентом экранирования). Потенциал любой точки поля в этом случае определяется как арифметическая сумма потенциалов, создаваемых в данной точке отдельными электродами.

Напряжение прикосновения $U_{пр}$ (В). Это напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек, т.е. падение напряжения в сопротивлении тела человека R_h (Ом). $U_{пр} = R_h I_h$, где I_h – ток, проходящий через тело человека по пути рука–ноги, А.

В устройствах защитных заземлений, занулений и т.п. одна из этих точек имеет потенциал заземлителя φ_3 , а другая – потенциал основания в том месте, где стоит человек $\varphi_{ос}$. В этом случае напряжение прикосновения будет равно $U_{пр} = \varphi_3 - \varphi_{ос} = \varphi_3 (1 - \varphi_{ос}/\varphi_3) = \varphi_3 \alpha$, где α – коэффициент прикосновения.

Пусть корпуса электродвигателей заземлены с помощью одиночного заземлителя. При замыкании фазы на корпус одного из этих двигателей на заземлителе и всех присоединённых к нему металлических частях, в том числе на корпусах двигателей, появится потенциал φ_3 . Поверхность земли вокруг заземлителя также будет иметь потенциал, изменяющийся по кривой, зависящей от формы заземлителя.

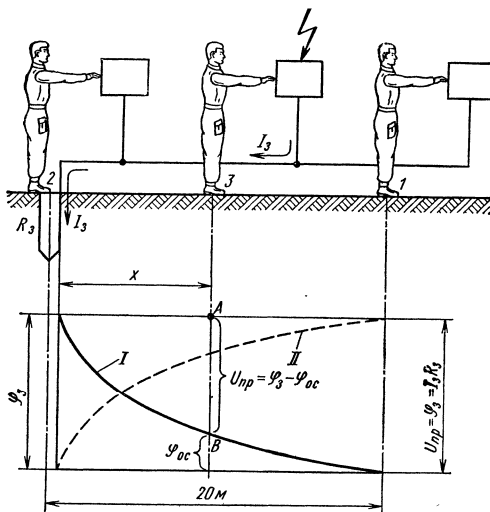


Рис. 1.2.4. Напряжение прикосновения при одиночном заземлителе:
 I – потенциальная кривая; II – кривая, характеризующая изменение напряжения прикосновения $U_{пр}$ при изменении расстояния от заземлителя x

Напряжение прикосновения характеризуется отрезком AB и зависит от формы потенциальной кривой и расстояния x между человеком, прикасающимся к заземлённому оборудованию, и заземлителем: чем дальше от заземлителя находится человек, тем больше $U_{пр}$, и наоборот. Так, при расстоянии $x = \infty$, напряжение прикосновения имеет наибольшее значение $U_{пр} = \varphi_3$, $\alpha = 1$. Это наиболее опасный случай прикосновения. При $x = \min$ человек не подвергается воздействию напряжения, хотя и находится под потенциалом φ_3 .

Напряжение шага $U_{ш}$ (В) – напряжение между двумя точками цепи тока, находящихся одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек. При этом длина шага a принимается равной 0,8 м.

$$U_{ш} = \varphi_x - \varphi_{x+a}$$

Напряжение шага также представляет собой падение напряжения в сопротивлении тела человека R_h (Ом):

$$U_{ш} = R_h I_h,$$

где ток проходит через человека по пути нога–нога.

$U_{ш} = \varphi_3 \beta$, где β – коэффициент напряжения шага, учитывающий форму потенциальной кривой.

Напряжение шага при одиночном заземлителе определяется отрезком AB , длина которого зависит от типа заземлителя. Максимальными значения $U_{ш}$ и β будут при наименьшем расстоянии от заземлителя, т.е. когда человек одной ногой стоит непосредственно на заземлителе, а другой – на расстоянии шага от него. Наименьшими эти значения будут при бесконечно большом удалении от заземлителя.

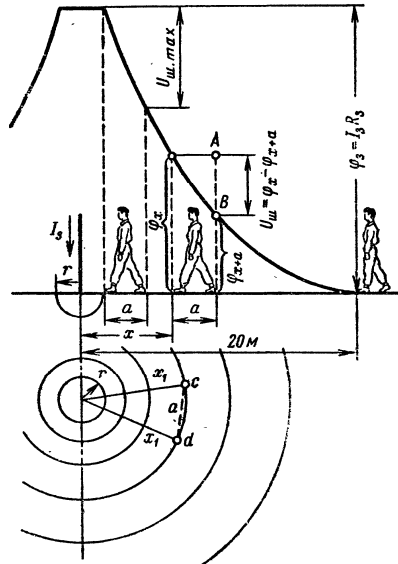


Рис. 1.2.5. Напряжение шага при одиночном заземлителе

Основные конструктивные меры защиты от поражения электрическим током.

Заземление – преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки электрической сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

Заземляющее устройство состоит из заземлителя (проводящей части или совокупности соединённых между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду) и заземляющего проводника, соединяющего заземляемую часть (точку) с заземлителем. Заземлитель может быть простым металлическим стержнем (чаще всего стальным, реже медным) или сложным комплексом элементов специальной формы. Качество заземления определяется значением сопротивления заземляющего устройства, которое можно снизить, увеличивая площадь заземлителей или проводимость среды – используя множество стержней, повышая содержание солей в земле и т.д.

Электрическое сопротивление заземляющего устройства определяется требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ) и в любое время года не должно превышать: 4 Ом – в установках напряжением до 1000 В; если мощность источника тока (генератора или трансформатора) 100 кВ·А и менее, то сопротивление заземляющего устройства допускается 10 Ом; 0,5 Ом – в установках напряжением выше 1000.

Зануление. Занулением называется преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземлённой нейтральной точкой обмотки источника тока

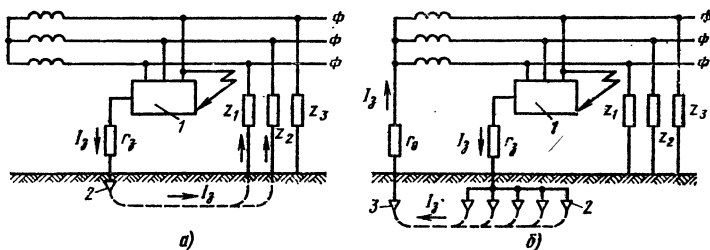
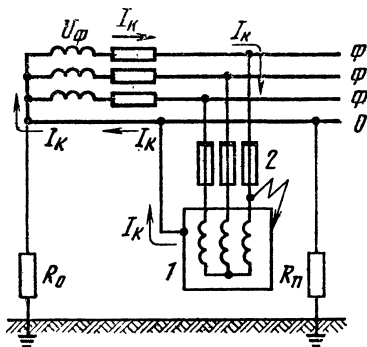


Рис. 1.2.6. Принципиальные схемы защитного заземления:

а – в сети с изолированной нейтралью до 1000 В и выше; *б* – в сети с заземлённой нейтралью выше 1000 В; *1* – заземлённое оборудование; *2* – заземлитель защитного заземления; *3* – заземлитель рабочего заземления; r_z , r_0 – сопротивления соответственно защитного и рабочего заземлений; I_g – ток замыкания на землю

Рис. 1.2.7. Принципиальная схема зануления:

I – корпус; 2 – аппараты для защиты от токов короткого замыкания (плавкие предохранители, автоматы и т.п.);
 R_0 – сопротивление заземления нейтрали источника тока; R_n – сопротивление повторного заземления нулевого защитного проводника; I_k – ток короткого замыкания



или её эквивалентом. Нулевой защитный проводник следует отличать от нулевого рабочего проводника, который также соединён с глухозаземлённой нейтральной точкой источника тока, но предназначен для питания током электроприёмников, т.е. по нему проходит рабочий ток.

Защитное зануление является основной мерой защиты при косвенном прикосновении в электроустановках до 1 кВ с глухозаземлённой нейтралью.

Принцип работы зануления: если напряжение (фаза) попадает на соединённый с нулём металлический корпус прибора, происходит короткое замыкание. Автоматический выключатель, включённый в повреждённую цепь, срабатывает от короткого замыкания и отключает линию от электричества. Кроме этого, отключение электричества от линии может выполнять плавкий предохранитель. В любом случае, ПУЭ регламентируют время автоматического отключения повреждённой линии. Для номинального фазного напряжения сети 380/220 В оно не должно превышать 0,4 с.

Для того, чтобы отключение аппарата защиты произошло в предусмотренное правилами время, сопротивление петли «фаза–ноль» должно быть небольшим, что, в свою очередь, накладывает на все соединения и монтаж сети жёсткие требования качества, иначе зануление может оказаться неэффективным.

Помимо быстрого отключения неисправной линии от электроснабжения, благодаря тому, что нейтраль заземлена, зануление обеспечивает низкое напряжение прикосновения на корпусе электроприбора. Это исключает вероятность поражения током человека.

Вопросы для самопроверки

1. Действие электрического тока на организм.
2. Степени электрического удара.
3. Величина переменного тока как фактор, определяющий исход поражения.
4. Величина постоянного тока как фактор, определяющий исход поражения.
5. Род тока как фактор, определяющий исход поражения.
6. Допустимая величина переменного тока.
7. Допустимая величина постоянного тока.
8. Частота переменного тока как фактор, определяющий исход поражения.
9. Потенциал полушарового заземлителя.
10. Параметры, от которых зависит величина сопротивления заземлителя растеканию тока.
11. Сопротивление группового заземлителя.
12. Коэффициент использования группового заземлителя.
13. Суммарная потенциальная кривая группового заземлителя.
14. Нормируемые величины сопротивления заземляющего устройства.
15. Расстояние между заземлителями, при котором коэффициент использования группового заземлителя равен 1.
16. Сопротивление группового заземлителя, состоящего из n -электродов.
17. Изоляция проводов и токоведущих частей. Величина сопротивления изоляции.
18. Принцип действия заземления.
19. Нормируемые величины сопротивления заземления в зависимости от напряжения и электрической мощности установки.
20. Опасность поражения током при прикосновении к заземлённой установке в зависимости от расстояния до заземлителя.
21. Зануление.
22. Принцип действия зануления.
23. Время срабатывания защитных устройств зануления.
24. Пределы значений коэффициента использования группового заземлителя.
25. Назначение нулевого защитного проводника при занулении.
26. Условие срабатывания защитных устройств зануления.
27. Назначение заземления нейтральной точки источника тока при занулении.

28. Назначение повторного заземления нулевого защитного проводника при занулении.
29. Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током.
30. Помещения без повышенной опасности поражения электрическим током.
31. Помещения с повышенной опасностью поражения электрическим током.
32. Особо опасные помещения.
33. Основные причины поражения электрическим током.
34. Основные виды включения человека в электрическую цепь.
35. Ток, проходящий через человека при двухфазном включении в цепь.
36. Ток, проходящий через человека при однофазном включении в цепь.
37. Заземляющее устройство.
38. Типы заземляющих устройств.
39. Назначение нулевого защитного проводника при занулении.
40. Условие срабатывания защитных устройств зануления.
41. Назначение заземления нейтральной точки источника тока при занулении.
42. Назначение повторного заземления нулевого защитного проводника при занулении.
43. Нормируемые величины сопротивления заземляющего устройства.

Темы рефератов

1. Защитное отключение. Схема, принцип действия
2. Выносное заземляющее устройство: схема, достоинства и недостатки.
3. Контурное заземляющее устройство: схема, достоинства и недостатки.

Задача 1.2.1. Определить шаговое напряжение для человека, находящегося в зоне растекания тока от трёх одиночных электродов. Человек касается грунта в точках *A* и *B*.

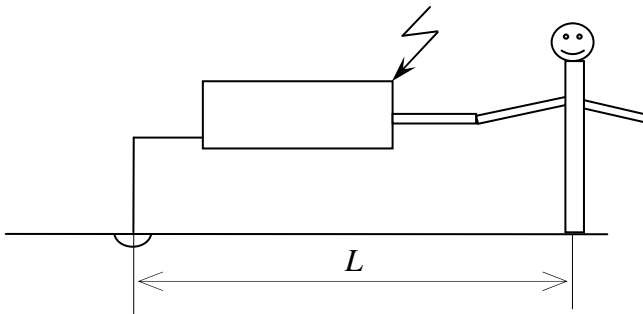
Данные для расчёта:

токи, стекающие в землю: I_1, I_2, I_3, A ;
 удельное сопротивление грунта ρ , Ом-м;
 радиусы полусферовых электродов: r_1, r_2, r_3 , см;
 расстояние между электродами s , м;
 расстояние между *A* и *B* составляет 0,8 м.

1.2.2. Исходные данные для расчёта

№ варианта	I_1	I_2	I_3	ρ	r_1	r_2	r_3	s
1	20	20	20	200	10	10	20	3
2	10	20	30	400	10	10	20	2
3	20	30	15	300	10	10	20	4
4	20	10	10	450	10	10	20	5
5	30	20	20	399	10	10	20	3
6	15	30	20	100	10	10	20	2
7	15	15	40	10	10	10	20	3

Задача 1.2.2. Определить напряжение прикосновения для человека, касающегося корпуса электрооборудования деревянным бруском. Удельное погонное сопротивление бруска $10\ 500\ \text{Ом/м}$; длина бруска $2\ \text{м}$. Корпус заземлён полушаровым заземлителем радиуса $r = 25\ \text{см}$. Удельное сопротивление грунта составляет $40\ \text{Ом·м}$; ток замыкания равен $25\ \text{А}$; $L = 4\ \text{м}$.



Список литературы

1. Охрана труда в машиностроении / под ред. Е.Я. Юдина и С.В. Белова. – М. : Машиностроение, 1983.
2. Дулицкий, Г.А. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок напряжением до $1000\ \text{В}$: справочник / Г.А. Дулицкий, А.П. Комаревцев. – М. : Воениздат, 1988.
3. Долин, П.А. Действие электрического тока на человека и первая помощь пострадавшему / П.А. Долин. – М., 1976.
4. Маньков В.Д. Защитное заземление и зануление электроустановок : справочник / В.Д. Маньков. – М., 2005.

5. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М. : Энергоатомиздат, 1986.

1.3. СОСУДЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Сосуды, работающие под давлением, несут в себе потенциальную опасность взрыва. Поэтому они оборудуются предохранительными клапанами, манометрами, термометрами, вентилями и т.д.

Количество предохранительных клапанов, их размеры и пропускная способность устанавливаются с учётом того, чтобы в сосуде не могло образовываться давление, превышающее рабочее более, чем на 0,05 МПа для сосудов с давлением до 0,29 МПа включительно; на 15% – для сосудов с давлением 0,29...5,8 МПа; на 10% – для сосудов с давлением свыше 5,8 МПа.

Пропускная способность, кг/ч, предохранительного клапана определяется по формуле

$$C = 1,59\alpha FB\sqrt{P_1 - P_2 \cdot 10^j},$$

где P_1 и P_2 – избыточное давление соответственно перед и за предохранительным клапаном, МПа; j – удельный вес среды при давлении P_1 , Н/м³; B – коэффициент для жидкостей, равный 1. Коэффициент B для газов определяется по табл. 15 Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Обслуживание сосудов должно быть поручено лицам, достигшим 18-летнего возраста и прошедшим производственное обучение, аттестацию в квалификационной комиссии и инструктаж по безопасному обслуживанию сосудов. Лицам, сдавшим испытания, должны быть выданы удостоверения. На предприятии главным инженером разрабатывается и утверждается инструкция по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов. Инструкции выдаются обслуживающему персоналу и вывешиваются на рабочих местах; не реже, чем один раз в год комиссией, назначаемой приказом по предприятию, производится проверка знаний, которая оформляется протоколом.

Ни в коем случае не разрешается ремонт сосудов во время работы. Сосуд должен быть выключён при:

- повышении давления в сосуде выше разрешённого;
- неисправности предохранительных клапанов, манометра, указателя уровня жидкости, предохранительных блокировочных устройств, контрольно-измерительных приборов и средств автоматики;

- обнаружении трещин, выпуклостей, утончения стенок, запотева-
ния, течи в заклёпочных и болтовых соединениях, разрыва прокладок;
- возникновении пожара, непосредственно угрожающего сосуду
под давлением;
- снижении уровня жидкости ниже допустимого в сосудах с огне-
вым обогревом;
- неисправности или неполном количестве крепёжных деталей,
крышек и люков.

Осмотр сосудов производится во время их работы не реже одного
раза в год. Все элементы котлов, трубопроводов, пароперегревателей и
вспомогательного оборудования с температурой стенки наружной по-
верхности выше 43°C в доступных для обслуживания местах должны
быть покрыты тепловой изоляцией.

Гидравлическим испытаниям подлежат все сосуды после их изгото-
вления. При температуре стенок до 200°C все сосуды, кроме литых с
рабочим давлением $P_1 = 0,49$ МПа, испытываются заводом-изготовителем
на пробное давление $1,5P_H$, но не менее $0,2$ МПа; с рабочим давлением
выше $0,49$ МПа испытываются на пробное давление $1,25P_H$, но не менее
 $0,29$ МПа. Литые сосуды, независимо от рабочего давления P_1 , испыты-
ваются на давление $1,5P_H$, но не менее $0,29$ МПа. Время выдержки под
пробным давлением должно быть для сосудов с толщиной стенки: до
 50 мм – 10 мин; $50\dots100$ мм – 20 мин; свыше 100 мм – 30 мин; литые –
 60 мин.

При гидравлических испытаниях применяется вода с температурой,
равной температуре окружающей среды. Сосуд считается выдержавшим
гидравлическое испытание, если не обнаружено признаков разрыва, течи
и потения в сварных соединениях и на основном металле, видимых оста-
точных деформаций. Гидравлические испытания проводятся не реже од-
ного раза в 8 лет.

К основным причинам взрывов баллонов относятся:

- удары или падения баллонов (особо опасно при нагреве стенок
или нахождении при минусовых температурах);
- переполнение баллонов газом;
- чрезмерное нагревание или охлаждение баллонов;
- наполнение баллонов другим газом (использование баллонов не
по назначению);
- чрезмерно быстрое наполнение баллонов сжиженным газом (ве-
дёт к перегреву вентилей баллона до 400°C);
- попадание масел или взрывоопасной пыли;
- образование ржавчины, окалины, искрообразование.

Для предотвращения взрыва при производстве баллонов используют
углеродистую или легированную сталь, при давлении до 3 МПа допуска-
ется применение сварных баллонов, при более высоком – бесшовных.

Для предотвращения взрыва при неправильном (быстром) наполнении или расходе газа устанавливаются специальные вентили с редукционными клапанами и манометрами (один рабочий, другой контрольный).

В качестве меры предосторожности при заполнении баллонов оставляется не менее 10% незаполненного объёма (заполняется 90%), для исключения попадания других газов, пыли или масел в баллон, в нём при работе должно сохраняться остаточное давление не менее 0,05 МПа (для ацетилена 0,05...0,1 МПа). Баллоны подвергаются гидравлическим испытаниям на специальных стендах (из партии отбирают определённое количество баллонов) давлением в 1,5 раза более рабочего.

Гидравлическим испытаниям на заводах также подвергаются баллоны, согласно нормативным документам. После этого все баллоны (кроме баллонов, используемых для ацетилена) погружаются в ванны с водой и подвергаются пневматическому испытанию давлением, равным рабочему.

Баллоны, находящиеся в эксплуатации, должны подвергаться периодическому освидетельствованию не реже, чем через 5 лет. Баллоны для сжижения сжатых газов, применяемых для топлива и вызывающих коррозию металла (хлор, хлористый метил, сероводород, хлористый водород), подлежат испытанию через 2 года.

Разрешение на освидетельствование выдаётся предприятиям-наполнителям, станциям-наполнителям и пунктам испытаний Госнадзором охраны труда.

Освидетельствование баллонов, за исключением баллонов для ацетилена, включает: осмотр внутренней и наружной поверхностей баллонов; проверку массы и вместимости; гидравлические испытания.

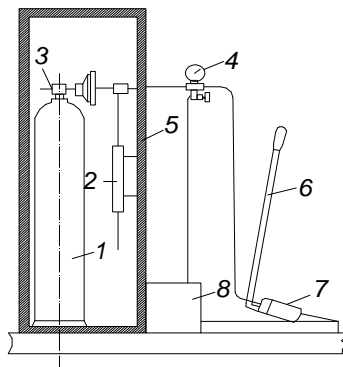


Рис. 1.3.1. Схема стенда для гидравлических испытаний баллонов:

- 1 – баллон; 2 – передвижная рейка для изменения высоты установки штуцера; 3 – штуцер; 4 – манометр;
- 5 – стальной защитный шкаф;
- 6 – рычаг; 7 – гидравлический привод; 8 – бак для воды

Если при осмотре выявлены трещины, вмятины, раковины и риски глубиной более 10% от нормальной толщины стенок, надрывы, износ резьбы горловины, то баллоны бракуются. Для внутреннего осмотра баллонов применяется напряжение не более 12 В во взрывоопасном исполнении. Баллон, у которого обнаружена косая или слабая насадка башмака, к дальнейшему освидетельствованию не допускается.

Во избежание неправильного использования баллонов, их окрашивают в соответствующий цвет и наносят надписи (табл. 1.3.1), а боковые штуцера вентилей должны иметь разную резьбу (для кислорода и инертных газов – правую, для горючих – левую).

Бесшовные стандартные баллоны вместимостью 12...55 л при потере в массе 7,5...10% или увеличении вместимости на 1,5...2%, переводятся на давление ниже установленного на 15%. При потере в массе 10...15% и увеличении вместимости на 2...2,5%, баллоны переводятся на давление, ниже установленного на 50%. При потере в массе 15...20% и увеличении вместимости в пределах 2,5...3%, баллоны допускаются к работе при давлении не более 0,58 МПа. При потере в массе более 20% и увеличении вместимости более 3%, баллоны бракуются.

Баллоны для ацетилена, выполненные пористой массой, при освидетельствовании испытывают азотом под давлением 3,4 МПа (чистота азота должна быть не менее 97%).

При этом баллоны должны быть погружены в воду на глубину не менее 1 м. При длительном хранении наполненных газом баллонов освидетельствованию выборочно подвергается не менее 5 шт. из партии в 100 баллонов; 10 – из 500; 20 – более 500 баллонов. При удовлетворительных результатах срок хранения устанавливается не более, чем 2 года.

Баллоны с газом, устанавливаемые в помещениях, должны находиться на расстоянии не менее 1 м от радиаторов отопления, а от источников тепла с открытым огнём – не менее 5 м. В сварочной мастерской допускается иметь по одному запасному баллону с кислородом и ацетиленом.

Баллоны со всеми ядовитыми газами могут храниться как в специальных помещениях, так и на открытом воздухе при условии защиты от атмосферных осадков и солнечных лучей.

Склады для хранения баллонов должны быть одноэтажными, с перекрытиями лёгкого типа, без чердачных помещений. Высота складского помещения для баллонов должна быть не менее 3,25 м. Стены, перегородки и перекрытия складов должны быть сделаны из негорюемых материалов не ниже 2 степени огнестойкости; окна и двери – открываться наружу; оконные и дверные стёкла должны быть матовыми или закрашенными белой краской; склады должны иметь искусственную или естественную вентиляцию. Полы складов необходимо делать ровными с нескользкой поверхностью. Склады могут выполняться под навесами с ограждением из сетки. Складское хранение в одном помещении баллонов с кислородом

1.3.1. Маркировка баллонов

Газ	Окраска баллона	Надпись	Цвет надписи	Цвет полосы
Азот	Чёрная	Азот	Жёлтый	Коричневый
Аммиак	Жёлтая	Аммиак	Чёрный	–
Аргон чистый	Серая	Аргон чистый	Зелёный	Зелёный
Ацетилен	Белая	Ацетилен	Красный	–
Нефтяной газ	Серая	Нефтяной газ	Красный	–
Бутан	Красная	Бутан	Белый	–
Сероводород	Белая	Сероводород	Красный	Красный
Водород	Тёмно-зелёная	Водород	Красный	–
Воздух	Чёрная	Сжатый воздух	Белый	–
Гелий	Коричневая	Гелий	Чёрный	–
Бутилен	Красная	Бутилен	Жёлтый	Чёрный
Кислород «медицинский»	Голубая	Кислород «медицинский»	Чёрный	–
СО ₂	Чёрная	СО ₂	Жёлтый	–
Сернистый ангидрид	Чёрная	Сернистый ангидрид	Белый	Жёлтый

и горючими газами запрещается. Склады делятся на отсеки для хранения не более 500 баллонов (по 40 л) с горючими или ядовитыми газами и не более 1000 баллонов с неядовитыми и негорючими газами.

Баллоны маркируют – выбивают на верхней сферической части металлического корпуса данные: товарный знак, клеймо производителя ОТК, номер баллона, фактическую массу пустого баллона (кг), ёмкость баллона (л), рабочее и пробное гидравлическое давление (МПа), дата (месяц и год) изготовления и дата очередного освидетельствования.

При укладке баллонов в штабеля высота последних не должна превышать 1,5 м, вентили должны быть обращены в одну сторону.

Транспортирование и хранение стандартных баллонов вместимостью более 12 л производится с навёрнутыми колпачками. Перевозить наполненные баллоны можно только на рессорных транспортных средствах.

В качестве прокладок применяют деревянные бруски с вырезанными для баллонов гнездами. Баллоны можно перевозить в вертикальном положении в специальных контейнерах. На баллонах должны быть резиновые кольца толщиной не менее 26 мм (по два кольца на каждый баллон) или другие прокладки, предохраняющие от ударов. При разгрузке их следует снимать башмаком вниз. При эксплуатации стационарных, поршневых и

разборных компрессоров должны выполняться требования Правил устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов.

В основу работы компрессорных установок, где рабочим телом является сжатый воздух, положен политропный процесс. При сжатии газов в компрессоре растёт температура при сохранении $PV^m = \text{const}$.

Температура возрастает согласно выражению

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{m - \frac{1}{m}},$$

где T_1 и T_2 – абсолютная температура газа, соответственно, до сжатия и после, К; P_1 и P_2 – давление газа, соответственно, до и после сжатия, Па; m – показатель политропы.

Из таблицы 1.3.2 видно, что с увеличением давления более 0,5 МПа в компрессорной установке температура повышается до 230 °С, что создаёт пожаро- и взрывоопасность при попадании в компрессор горючей пыли, волокон или смазок.

Взрывы при работе компрессоров могут возникать вследствие:

- превышения нормативного давления;
- превышения температуры нагревания и образования взрывоопасных смесей продуктов разложения масел смазки с кислородом воздуха;
- нарушения требований эксплуатации и профилактического ремонта;
- нарушения графика очистки от нагара;
- засасывания в компрессор взрывоопасных газов, пыли, волокон, масел и т.д.

Так, при попадании в компрессор низкотемпературных масел при концентрации в воздухе 6...11% взрыв возможен под давлением 0,05 МПа и при температуре 200 °С.

Для достижения безопасной эксплуатации компрессорных установок они должны быть оснащены манометрами (один рабочий, второй контрольный), термометрами и термопарами на каждой ступени компрессора; манометрами и термометрами для контроля давления и температуры масел смазки при автоматической смазке; предохранительными клапанами

1.3.2. Изменение температуры в компрессоре в зависимости от давления

Давление, МПа	0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	2,0	5,0
Температура, °С	20	88	131	166	221	230	300	418	563

на каждой ступени компрессора; аварийной сигнализацией и автоматикой отключения компрессора при превышении температуры и давления выше допустимых значений, запорной арматурой, системой дистанционного управления и контроля за компрессорной установкой.

В качестве профилактических мер необходимо:

- своевременное удаление нагара и отложений цилиндров и рабочих камер компрессора (нагар и отложения удаляют каждые 6 месяцев). Нагар и отложения удаляются путём пропарки, нанесения 2...3%-ного раствора сульфатного или метилового раствора и затем очисткой;

- применение специальных термостойких, очищенных смазочных материалов с температурой воспламенения на 75% выше температуры рабочих газов компрессора (масла должны быть окислительно-стойкими);

- применение надёжной многоступенчатой системы воздушного и водяного охлаждения (воздушное охлаждение, как правило, используется в компрессорах низкого давления малой производительности, а также в компрессорах холодильных установок). В компрессорах высокого давления используется водяное охлаждение. В установках должны быть установлены системы автоматики, отключающие компрессор при превышении критической температуры охлаждения (температура охлаждающей воды, выходящей из компрессора, не должна быть более 40 °С);

- применение многоступенчатой очистки всасывания воздуха (фильтры керамические, фетровые и др.) Забор всасываемого воздуха воздушного компрессора должен производиться снаружи здания компрессорной станции на высоте не менее 3 м от уровня земли;

- во избежание искрообразования из-за образования разрядов статического электричества, компрессоры заземляют. Фильтры подлежат периодической очистке или замене;

- для исключения гидравлических ударов предусмотрено отведение конденсата из холодильника компрессора и контроль влажности поступающего воздуха в компрессор (влажность не более 60%);

- в компрессорных установках, снабжённых холодильниками, должны быть предусмотрены влагомаслоотделители на трубопроводе между холодильником и воздухоборником. Воздухоборники требуется ежедневно продувать через предохранительный клапан и спускать накопившиеся масло и влагу. Для проведения периодических осмотров и ремонта воздухоборников, необходимо предусматривать возможность их отключения от сети (масло и вода при продувке должны отводиться в специальные приёмники). Воздухоборник должен быть установлен на фундамент вне здания компрессорной и должен быть ограждён;

- для снижения пожарной опасности в кислородных компрессорах для смазки используют дистиллированную воду с добавлением глицерина

или применяют самосмазывающиеся втулки и кольца по графиту (смазка маслом запрещается);

– защита кислородных компрессоров от попадания масла достигается установлением между ползуном и цилиндрами предсальника с маслосъёмными кольцами;

– безопасность в работе компрессоров для сжатия ацетилена достигается медленным ходом поршня (не более 0,7...0,9 м/с) и системой охлаждения (температура на линии нагнетания не должна быть более 50 °С).

Компрессорные установки производительностью более 20 м³/мин должны размещаться в отдельных зданиях. В помещениях компрессорных установок не допускается размещение оборудования и аппаратуры, не связанной с работой компрессора. Общие размеры помещения должны удовлетворять условиям безопасного обслуживания и ремонта оборудования компрессорной установки. Проходы в машинном зале должны быть не менее 1,5 м, а расстояние между оборудованием и стенами здания – не менее 1 м. Полы помещения компрессорной должны быть ровными, с нескользящей поверхностью, маслостойчивыми и выполняться из негорячего износостойчивого материала. Двери и окна помещений компрессорной должны открываться наружу. Помещение компрессорной должно быть оборудовано вытяжной вентиляцией, телефоном. Оборудование в машинном зале должно быть установлено с учётом снижения вибрации на конструктивные элементы, а также компенсирующие устройства. Все движущиеся и вращающиеся части компрессоров, электродвигатели и другие механизмы должны быть ограждены с установкой знаков безопасности.

Компрессорные установки могут также выполняться передвижными (рис. 1.3.2).

Аммиачные холодильные установки размещаются в отдельных помещениях с выполнением противопожарных норм. Газообразный аммиак является весьма токсичным, предельно-допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны равна 20 мг/м³.

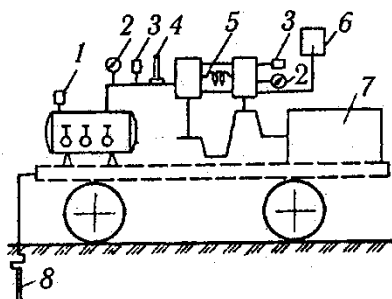


Рис. 1.3.2. Схема передвижной компрессорной установки:

- 1 – ресивер; 2 – манометр;
- 3 – предохранительный клапан;
- 4 – термометр; 5 – холодильник;
- 6 – фильтр; 7 – двигатель; 8 – рабочее заземление

Жидкий аммиак вызывает тяжёлые ожоги кожи, ожоги глаз и может вызвать слепоту. Поэтому в помещениях с возможной утечкой аммиака устанавливаются индикаторы, оповещающие персонал о достижении аварийной концентрации аммиака в воздухе, и включении вытяжной вентиляции. Вход в помещение посторонним лицам запрещён, на входе должна быть установлена табличка «Вход посторонним запрещён». Запрещено хранение в машинном отделении компрессорной бензина, керосина и других легковоспламеняющихся жидкостей.

Важнейшее значение в поддержании безопасной эксплуатации компрессорных установок отводится подготовке персонала и аттестации, которая проводится не реже одного раза в 12 месяцев, а также проведению технического освидетельствования и эксплуатации компрессорных установок, проведению профилактического ремонта в установленные сроки.

В соответствии с «Правилами...» администрация предприятия обязана назначить ответственное лицо за техническое состояние компрессорных установок и разработать инструкции по безопасному обслуживанию компрессорных установок и вывесить их на рабочем месте.

Вопросы для самопроверки

1. В каких случаях проводится экспертное обследование (техническое диагностирование) сосуда?

- а) если сосуд не эксплуатировался более 12 месяцев;
- б) если сосуд был демонтирован и установлен на новом месте;
- в) если произведено выправление выпучин или вмятин, а также реконструкция или ремонт сосуда с применением сварки или пайки элементов, работающих под давлением;
- г) перед наложением защитного покрытия на стенки сосуда;
- д) перед пуском в работу;
- е) после отработки расчётного срока службы сосуда, установленного проектом, документацией предприятия-изготовителя или другой нормативной документацией;
- ж) после аварии сосуда или элементов, работающих под давлением, если по объёму восстановительных работ требуется такое освидетельствование.

2. Что необходимо предпринять для подготовки сосуда к техническому освидетельствованию?

- а) остановить агрегат;
- б) демонтировать контрольно-измерительные приборы;
- в) охладить (отогреть) сосуд;
- г) не освобождать от заполняющей его рабочей среды;
- д) отключить заглушками от всех трубопроводов, соединяющих сосуд с источником давления или другими сосудами;
- е) металлические сосуды должны быть очищены до металла.

3. Кто должен быть назначен на предприятии, эксплуатирующем сосуды, работающие под давлением для обеспечения их содержания в исправном состоянии и безопасной эксплуатации?

- а) лица, ответственные за исправное состояние сосудов;
- б) лица, ответственные по надзору за техническим состоянием и эксплуатацией сосудов;
- в) лица, ответственные за безопасную эксплуатацию сосудов;
- г) лица, ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов;
- д) необходимое количество лиц обслуживающего персонала.

4. Каким давлением проводится гидравлическое испытание сосудов?

- а) рабочим; б) расчётным; в) условным;
- г) пробным; д) избыточным; е) разрешённым

5. В каких случаях эксплуатация сосуда должна быть немедленно запрещена?

- а) если выявлены дефекты или нарушения Правил, угрожающие безопасности;
- б) недостаточное освещение помещения, где находятся сосуды;
- в) истёк расчётный срок эксплуатации;
- г) истёк срок очередного технического освидетельствования;
- д) повышение температуры окружающей среды;
- е) отсутствуют лица, ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов;
- ж) отсутствуют лица, ответственные по надзору за техническим состоянием и безопасной эксплуатацией сосудов;
- з) недостаточная вентиляция помещения для сосудов;
- и) неисправна автоматика безопасности;
- к) неисправна аварийная сигнализация.

6. В каких случаях проводится внеочередная проверка знаний персонала, обслуживающего сосуды, работающие под давлением?

- а) не реже одного раза в 12 месяцев;
- б) при переходе на другое предприятие;
- в) в случаях внесения изменений в инструкцию по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов;
- г) по требованию администрации предприятия.

7. Какие данные наносятся краской на видном месте сосуда или на специальной табличке формата не менее 200×150, после выдачи разрешения на его эксплуатацию?

- а) регистрационный номер;
- б) разрешённое давление;
- в) заводской номер;
- г) рабочая температура;

д) число, месяц и год следующих наружного и внутреннего осмотров, гидравлического испытания.

8. Какие мероприятия включает в себя техническое освидетельствование?

- а) общий осмотр; б) наружный осмотр;
- в) внутренний осмотр; г) статическое испытание;
- д) динамическое испытание; е) гидравлическое испытание.

9. Что такое сосуд?

а) ёмкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортирования газообразных, жидких и др. веществ;

б) герметично закрытая ёмкость, предназначенная для хранения и транспортирования газообразных, жидких и др. веществ;

в) герметично закрытая ёмкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортирования газообразных, жидких и др. веществ;

г) закрытая ёмкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортирования газообразных, жидких и др. веществ.

10. Что должно быть указано на маховике запорной арматуры сосуда, работающего под давлением?

наименование или товарный знак завода-изготовителя; условный проход; условное давление, МПа (кгс/см²); направление его вращения при открывании или закрывании; направление потока среды.

Темы рефератов

1. Общие требования к сосудам, работающим под давлением.
2. Безопасность при работе паровых и водонагревательных котлов.
3. Безопасность при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
4. Безопасность при эксплуатации автоклавов.
5. Безопасность эксплуатации компрессорных установок.
6. Безопасность при эксплуатации трубопроводов.
7. Безопасность при эксплуатации криогенных установок.

Задача 1.3.1. Провести следующие расчёты, связанные с безопасностью при эксплуатации сосудов, работающих под давлением:

а) компрессор подаёт воздух давлением P_2 , кПа при начальном давлении сжимаемого воздуха $P_1 = 98$ кПа и температуре $T_1 = 15$ °С. В компрессоре применяется компрессорное масло марки 12 (М) с температурой вспышки не ниже 216 °С.

Согласно Правилам устройства и безопасной эксплуатации воздушных компрессоров и воздухопроводов, разница между температурой вспышки масла и температурой сжатого воздуха должна быть не менее

75 °С. Определить температуру сжатого воздуха и сделать заключение о возможности эксплуатации компрессора без охлаждения;

б) воздухохоборник компрессора имеет объём V , м и рассчитан на давление P_2 , кПа. Определить мощность взрыва этого воздухохоборника, принимая время действия взрыва $t = 0,1$ с;

в) произошёл взрыв баллона с ацетиленом. Определить, при каком давлении произошёл взрыв баллона, если: толщина стенки баллона $S = 4$ мм; внутренний диаметр баллона $D_B = 200$ мм; материал – сталь 20.

По действующим нормам предельное рабочее давление в баллоне составляет 2942 кПа.

Исходные данные к задаче	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P_2 , Па	800	600	400	1200	1000	800	600	1200	1000	800
v , м ³	1,4	1,6	1,8	1,0	1,5	2	3	2	2,5	3,5

Указания к решению задачи

1. Конечная температура сжатого воздуха определяется по формуле

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}},$$

где T_2 – абсолютная температура.

Полученный результат сопоставить с температурой вспышки компрессорного масла и сделать заключение о необходимости охлаждения компрессора.

2. Мощность взрыва воздухохоборника определяется по формуле

$$N = A/102t, \text{ кВт},$$

где $A = \frac{vP_1}{m-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \right]$, кГ·м.

3. Давление, при котором произошёл взрыв баллона, определяется из формулы

$$S = \frac{PD_B}{2\sigma_p\phi} + C, \text{ см},$$

где P – давление, кПа; σ_p – допустимое сопротивление стали на растяжение, Па; $\phi = 1$ – коэффициент прочности для бесшовных труб; C – прибавка на минусовые допуски стали, см.

Список литературы

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 03-576–03).
2. Сосуды, работающие под давлением, котлы и трубопроводы / под ред. А. Меламед. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 528 с.

1.4. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Горение – процесс быстрого самоускоряющегося химического превращения вещества, сопровождающийся интенсивным выделением тепла и в большинстве случаев – излучением света. Горение возникает, как правило, при наличии трёх факторов: горючего вещества, окислителя и источника воспламенения («треугольник горения»). Для распространения пламени необходимо наличие самоускоряющейся химической реакции («пожарный тетраэдр»).

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб и способное вызывать травмы и гибель людей.

Опасные факторы пожара (ОФП) – факторы пожара, воздействие которых приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу. К таким факторам относятся (в скобках указаны предельные значения): температура окружающей среды (70 °С); интенсивность теплового излучения (500 Вт/м²); содержание оксида углерода (0,1% об.); содержание диоксида углерода (6,0% об.); содержание кислорода (менее 17% об.) и др.

Основные ОФП: повышенная температура, задымление, изменение состава газовой среды, пламя, искры, токсичные продукты горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода.

К вторичным проявлениям ОФП относятся: осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, выпавшие из разрушенных аппаратов, оборудования; электрический ток, возникший в результате выноса напряжения на токопроводящие части конструкций и агрегатов; опасные факторы взрыва, произошедшего во время пожара.

Основные показатели пожарной опасности

1. *Температура вспышки* – наименьшая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары в таком количестве, что они способны вспыхивать при контакте с открытым источником огня; устойчивое горение при этом не возникает. Вспышка – быстрое сгорание газопаровоздушной смеси над поверхностью горючего вещества, сопровождающееся кратковременным видимым свечением. Легковоспла-

меняющимися называются горючие жидкости с температурой вспышки не более 61 °С.

2. *Температура самовоспламенения* – наименьшая температура горючего вещества, при нагреве до которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических объёмных реакций, приводящее к возникновению пламенного горения. Эта температура требуется для достижения энергии активации реакции горения. Для большинства веществ составляет 700...1000 °С.

3. *Температура воспламенения* – наименьшая температура вещества, при которой пары над поверхностью горючего вещества выделяются с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение. Воспламенение – пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления, т.е. при температуре воспламенения возникает устойчивое горение.

4. *Область воспламенения* газа, пара или взвеси – интервал концентрации горючего вещества, равномерно распределённого в данной окислительной среде (обычно в воздухе), в пределах которого вещество способно воспламеняться от источника зажигания с последующим распространением самостоятельного горения по смеси. Область воспламенения ограничена нижними и верхними концентрационными пределами воспламенения (нижним НКПВ и верхним ВКПВ). Значения концентрационных пределов воспламенения зависят от рода веществ и окислительной среды, параметров состояния, направления распространения пламени, формы и размера сосуда, в котором заключена смесь.

1.4.1. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности (Нормы пожарной безопасности НПБ 105–03)

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С; вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В пожароопасная	Горючие и трудногорючие жидкости, твёрдые горючие и трудногорючие вещества и материалы, (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, только гореть
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени горючие газы, жидкости и твёрдые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Классификация зон по взрывопожароопасности (извлечения) (Правила устройства электроустановок ПУЭ)

Взрывоопасные зоны:

Зоны класса В–I – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например, при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых ёмкостях, и т. п.

Зоны класса В–Iа – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Зоны класса В–Iб – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

1. Горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях.

2. Зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, и работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени.

Зоны класса В–Іг – пространства у наружных установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ .

Зоны класса В–ІІ – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

Зоны класса В–ІІа – зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Пожароопасные зоны:

Зоны класса П–І – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С .

Зоны класса П–ІІ – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м³ к объёму воздуха.

Зоны класса П–ІІа – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества.

Зоны класса П–ІІІ – расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твёрдые горючие вещества.

Меры пожарной профилактики

Подразделяются на

- строительно-планировочные;
- технические;
- способы и средства тушения пожаров;
- организационные.

Строительно-планировочные определяются огнестойкостью зданий и сооружений (выбор материалов конструкций: сгораемые, несгораемые, трудносгораемые) и пределом огнестойкости – это количество времени, в течение которого под воздействием огня не нарушается несущая способность строительных конструкций, вплоть до появления первой трещины.

Все строительные конструкции по пределу огнестойкости подразделяются на 8 степеней от 1/7 ч до 2 ч.

Для помещений вычислительных центров используются материалы с пределом огнестойкости 1 – 5 степеней. В зависимости от степени огнестойкости, определяются наибольшие допустимые расстояния от эвакуационных выходов при пожарах.

Технические меры – это соблюдение противопожарных норм при эвакуации систем вентиляции, отопления, освещения, электрического обеспечения и т.д.

1.4.2. Классификация пожаров и рекомендуемые огнегасительные вещества

Класс пожара	Характеристика горючей среды, объекта	Огнегасительные средства
A	Обычные твёрдые и горючие материалы (дерево, бумага)	Все виды
B	Горючие жидкости, плавящиеся при нагревании материала (мазут, спирты, бензин)	Распылённая вода, все виды пен, порошки, составы на основе CO ₂ и бромэтила
C	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды)	Газовые составы, в состав которых входят инертные разбавители (азот, порошки, вода)
D	Металлы и их сплавы (Na, K, Al, Mg)	Порошки
E	Электроустановки под напряжением	Порошки, двуокись азота, оксид азота, углекислый газ, составы бромэтил + CO ₂

– использование разнообразных защитных систем;
 – соблюдение параметров технологических процессов и режимов работы оборудования.

Организационные меры – проведение обучения по пожарной безопасности, соблюдение мер пожарной безопасности.

Вопросы для самопроверки

1. Привести примеры горючих веществ.
2. Привести примеры окислителей.
3. Объяснить с точки зрения теории цепного воспламенения опасность неполного горения.
4. Объяснить с точки зрения теории теплового воспламенения самовозгорание бумаги.
5. Температура вспышки.
6. Температура самовоспламенения.
7. Нижний концентрационный предел воспламенения.
8. Верхний концентрационный предел воспламенения.
9. Нижний температурный предел воспламенения.
10. Верхний температурный предел воспламенения.
11. Минимальная энергия зажигания.

12. Критический диаметр.
13. Обосновать существование критического диаметра с точки зрения теории теплового воспламенения.
14. Открытое пламя как импульс воспламенения с точки зрения тепловой теории.
15. Открытое пламя как импульс воспламенения с точки зрения цепной теории.
16. Высокие температуры как импульс воспламенения с точки зрения тепловой теории.
17. Высокие температуры как импульс воспламенения с точки зрения цепной теории.
18. Высокие температуры как импульс воспламенения с точки зрения тепловой теории.
19. Переход механической энергии в тепловую как импульс воспламенения с точки зрения тепловой теории.
20. Переход механической энергии в тепловую как импульс воспламенения с точки зрения цепной теории.
21. Переход электрической энергии в тепловую как импульс воспламенения с точки зрения тепловой теории.
22. Переход электрической энергии в тепловую как импульс воспламенения с точки зрения цепной теории.
23. Электрические искры как импульс воспламенения с точки зрения тепловой теории.
24. Электрические искры как импульс воспламенения с точки зрения цепной теории.
25. Разряды статического электричества как импульс воспламенения с точки зрения тепловой теории.
26. Разряды статического электричества как импульс воспламенения с точки зрения цепной теории.

Темы рефератов

1. Виды горения (полное и неполное, гомо- и гетерогенное, диффузионное и кинетическое).
2. Особенности горения веществ в различных агрегатных состояниях.
3. Тепловая и цепная теории возникновения и развития горения.

Список литературы

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федер. закон от 22 июля 2008 г. – № 123-ФЗ.
2. Гринин, А.С. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / А.С. Гринин, В.Н. Новиков ; под ред. А.С. Гринина. – М. : Фаир-Пресс, 2002. – 285 с.

2. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Авария – чрезвычайное событие техногенного характера, произошедшее по конструктивным, производственным, технологическим или эксплуатационным причинам, либо из-за случайных внешних воздействий, и заключающееся в повреждении, выходе из строя, разрушении технических устройств или сооружений. Крупномасштабная авария, повлекшая за собой многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжёлые последствия, именуется **катастрофой**.

Опасное природное явление – стихийное событие природного происхождения, которое по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности может вызвать отрицательные последствия для жизни людей, экономики и природной среды.

Стихийное бедствие – катастрофическое природное явление (или процесс), которое может вызвать многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжёлые последствия.

Опасное природное явление, авария или техногенное происшествие, широко распространённая инфекционная болезнь людей, животных или растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может произойти ЧС принято называть **источниками ЧС**.

Составляющие опасного явления или процесса, вызванные источником ЧС и характеризующиеся физическим, химическим или биологическим воздействиями на объект являются **поражающими факторами (ПФ)**. Поражающие факторы определяются или выражаются соответствующими параметрами.

Опасность в ЧС – состояние, при котором создалась или вероятна угроза возникновения поражающих факторов и воздействий источника ЧС на население, объекты экономики и окружающую среду в зоне ЧС.

Пострадавший в ЧС – человек, поражённый либо понёсший материальные убытки в результате возникновения ЧС.

Поражённый в ЧС – человек, заболевший, травмированный или раненный в результате воздействия источника ЧС.

Чрезвычайные ситуации принято классифицировать:

а) по сфере (источникам) возникновения:

природные – их источниками являются опасные природные явления геологического, гидрологического, метеорологического характера;

техногенные – источниками являются аварии, пожары, взрывы на потенциально опасных объектах экономики;

ПОО – объекты, на которых используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют потенциально опасные вещества (ПОВ), к которым относятся радиоактивные, пожаро-взрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновению источника ЧС. К опасным производственным объектам также относятся объекты, на которых: используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С, используются стационарно установленные грузоподъёмные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулёры;

военные – связаны с применением современных средств поражения при ведении военных действий или в ходе военных конфликтов;

биолого-социальные – связаны с инфекционными заболеваниями людей, животных и растений;

социальные – связаны с социальными напряжениями в обществе;

экологические – связаны с изменениями состояния суши, гидросферы, атмосферы или биосферы в целом.

б) *по характеру протекания* – скоротечные (взрывные) и плавноп протекающие;

в) по масштабу и степени ущерба (*постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» табл. 1*): чрезвычайные ситуации локального, муниципального, межмуниципального, регионального, межрегионального, федерального характера.

Предупреждение ЧС – совокупность мероприятий, проводимых органами исполнительной власти Российской Федерации и её субъектов, органами местного самоуправления, направленных на предотвращение ЧС и уменьшение их масштабов в случае возникновения.

Предотвращение ЧС – комплекс мер, включающий *наблюдение и контроль* над состоянием окружающей природной среды и потенциально опасных объектов, *прогнозирование и профилактику* возникновения источников чрезвычайной ситуации, а также *подготовку* к ЧС.

Защищённость в ЧС – состояние, при котором предотвращают, преодолевают или предельно снижают негативные последствия возникновения потенциальных опасностей в ЧС для населения, объектов экономики и окружающей природной среды.

Безопасность в ЧС – состояние защищённости населения, объектов экономики и окружающей среды от опасностей в чрезвычайных ситуациях.

Обеспечение безопасности, защиты населения и объектов экономики от опасных природных и техногенных процессов является одной из основных государственных задач.

2.1. ПОРАЖАЮЩИЕ ФАКТОРЫ ИСТОЧНИКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В большинстве своём ЧС характеризуется одновременным воздействием на человека и среду его обитания нескольких поражающих факторов. Из них наиболее часто встречающимися являются: барическое воздействие ударной волны, термическое воздействие, токсическое воздействие опасных химических веществ, радиоактивное воздействие, механическое воздействие при поражении осколками, при обрушении зданий, сооружений и т.п.

Барическое воздействие на человека, здания и сооружения. При взрыве ядерного боеприпаса, технологической установки, резервуара, парогазовоздушного облака, взрывчатого вещества в результате мгновенного выделения в ограниченном пространстве огромного количества энергии, образуется область резкого сжатия воздуха, распространяющаяся в последующем во все стороны от центра взрыва со сверхзвуковой скоростью, называемая **ударной воздушной волной (УВВ)**.

Переднюю границу ударной воздушной волны, характеризующуюся резким скачком давления, называют её **фронтом**.

Поражающее действие УВВ характеризуется следующими основными параметрами:

избыточным давлением во фронте УВВ, ΔP_{ϕ} . Определяется разностью между фактическим давлением воздуха во фронте УВВ и атмосферным давлением ($\Delta P_{\phi} = P_{\phi} - P_0$). Измеряется в кгс/см² или Па (1 кгс/см² = 100 кПа). При проходе фронта УВВ избыточное давление воздействует на человека и любой предмет со всех сторон одинаково;

давлением скоростного напора воздуха, $\Delta P_{ск}$ (динамической нагрузки) на человека, любую поверхность. В этом проявляется метательное действие УВВ. Измеряется в кгс/см² или Па. Совместное воздействие этих двух параметров УВВ приводит к разрушениям объектов и жертвам.

Непосредственное поражение людей (**барическое воздействие УВВ**) оценивается по степеням тяжести полученных травм:

для человека безопасно < 10 кПа;
первая степень тяжести – **лёгкое поражение** – (ушибы, вывихи, временная потеря слуха, общая контузия) 20...40 Па;
вторая степень – **среднее поражение** (контузия головного мозга, повреждение органов слуха, разрыв барабанных перепонок, кровотечение из носа и ушей) 40...60 кПа;

<i>третья степень – сильное поражение</i> (сильная контузия всего организма, потеря сознания, переломы конечностей, повреждения внутренних органов)	60...100 кПа;
<i>четвертая степень – порог смертельного поражения</i>	100 кПа;
летальный исход в 50% случаев	250...300 кПа;
безусловное смертельное поражение	> 300 кПа.

Оценку разрушений элементов ОЭ, вызванных УВВ, принято давать по степени этих разрушений:

слабое – объект не выходит из строя, необходим незначительный ремонт;

среднее – когда разрушены главным образом второстепенные элементы объекта, основные элементы могут восстановлены путём проведения среднего и капитального ремонта;

сильное – когда разрушены основные элементы объекта, и объект не может быть восстановлен.

Для жилых и производственных зданий обычно берётся ещё и четвертая степень – их полное разрушение.

Основной способ защиты персонала объекта и населения от УВВ – изоляция их действия от $\Delta P_{\text{ф}}$ и $\Delta P_{\text{ск}}$. Для этого используются убежища, противорадиационные (ПРУ) и простейшие укрытия (погребя, подвалы, траншеи и т.д.).

Термическое воздействие на человека и строительные конструкции. Термическое воздействие на человека и объекты может происходить при пожарах за счёт непосредственного действия огня или тепловой радиации пламени, а также при воздействии светового излучения ядерного взрыва. Термическое воздействие на человека связано с перегревом и последующими биохимическими изменениями верхних слоёв кожи и внутренних тканей. Воздействие на элементы объектов сопровождается их сгоранием, обугливанием и выходом из строя. Действие высоких температур вызывает пережог, деформацию и обрушение зданий и сооружений.

Дистанционное термическое воздействие высоких температур на объекты оценивается величиной поглощённой плотности теплового потока $q_{\text{погл}}$, Вт/м² и временем воздействия теплового излучения t , с. При относительно слабом термическом воздействии будет повреждаться только верхний слой кожи (эпидермис) на глубину около 1 мм (**ожог I степени** – покраснение кожи). Увеличение плотности теплового потока или длительности излучения приводит к воздействию на нижний слой кожи – дерму (**ожог II степени** – появление волдырей) и подкожный слой (**ожог III степени**).

При ядерных взрывах (ЯВ), взрывах газозвушной смеси (ГВС) образуется очаг поражения с УВВ и световым излучением («огненный шар»).

Световое излучение – это электромагнитное излучение в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной частях спектра электромагнитных волн. Основным параметром, характеризующим поражающее действие *светового излучения*, является **световой импульс** $I_{\text{си}}$ – это количество световой энергии, падающей за всё время свечения огненного шара на 1 м^2 освещаемой поверхности, перпендикулярной к направлению излучения. Световой импульс измеряется в Дж/м^2 или ккал/см^2 ($1 \text{ ккал/см}^2 \sim 4,2 \cdot 10^4 \text{ Дж/м}^2$). Световое излучение вызывает ожоги открытых участков тела, поражение глаз (временное или полное), пожары.

Здоровые взрослые люди и подростки выживают, если ожоги II и III степени охватывают менее 20% поверхности тела. Выживаемость пострадавших, даже при интенсивной медицинской помощи резко снижается, если ожоги II и III степени составляют 50% и более от поверхности тела.

Термическое воздействие на материалы поверхностей объектов (например, вследствие пожара, ядерного взрыва и т.п.) может вызвать их возгорание, а в последующем – распространение огня. Согласно имеющейся статистике, распространение и развитие пожаров в производственных помещениях происходят в основном по материалам, сырью и технологическому оборудованию (42%), а также по сгораемым строительным конструкциям (36%). Среди последних наибольшее распространение имеют древесина и пластические материалы.

Опасность термического воздействия на строительные конструкции связана со значительным снижением их строительной прочности при превышении определённой температуры.

Степень устойчивости сооружения к тепловому воздействию зависит от **предела огнестойкости** конструкции, характеризуемого временем, по истечении которого происходит потеря несущей способности. Прочность материалов может быть охарактеризована так называемой критической температурой прогрева, которая для стальных балок, ферм и прогонов составляет $470 \dots 500 \text{ }^\circ\text{C}$, для металлических сварных и жёстко заземлённых конструкций – $300 \dots 350 \text{ }^\circ\text{C}$.

При проектировании зданий и сооружений используют железобетонные конструкции, предел огнестойкости которых значительно выше, чем у металлических. Так, предел огнестойкости железобетонных колонн сечением $20 \times 20 \text{ см}$ соответствует 2 ч, сечением $30 \times 50 \text{ см}$ – 3,5 ч.

Защитой людей от светового излучения ЯВ может служить любая непрозрачная преграда, любой объект, создающий тень. Защитой объектов – применение несгораемых или в меньшей степени возгораемых материалов покрытия наружных поверхностей.

Токсическое воздействие на человека и окружающую среду. Многие из производимых промышленностью и используемых в стране химических веществ представляет определённую опасность для здоровья людей и окружающей среды, однако согласно ГОСТу Р 22.3.05–94, те хими-

ческие вещества, прямое или опосредованное воздействие которых на человека может вызвать острые или хронические заболевания людей или их гибель, относят к опасным химическим веществам (ОХВ).

Важнейшей характеристикой опасности ОХВ является их **токсичность** – способность оказывать поражающее действие на организм. Токсическое воздействие ОХВ на людей и животных проявляется в различных видах их агрегатного состояния – пара, аэрозолей, капель. Люди и животные получают поражения в результате попадания ОХВ в организм: через органы дыхания – ингаляционно; кожные покровы, слизистые оболочки и раненые поверхности – резорбтивно; желудочно-кишечный тракт – перорально.

Для оценки опасности ОХВ используют понятия «токсическая доза» и «предельно допустимая концентрация» (ПДК).

Токсическая доза (Д) ОХВ – количество вещества (доза), вызывающее определённый токсический эффект.

При ингаляционных поражениях Д равна произведению ct (c – средняя концентрация ОХВ; t – время пребывания человека в заражённом воздухе), г·мин/м³.

При кожно-резорбтивном поражении Д равна массе жидкого вещества, вызывающей определённый эффект поражения (мг/кг).

Для характеристики токсичности ОХВ при воздействии на человека приняты токсодозы:

ингаляционно: среднесмертельная LCt_{50} (L от лат. Letalis), средневыводящая из строя ICt_{50} (I от англ. Incapacitate), среднепороговая PCt_{50} (P от англ. Primary);

кожно-резорбтивно: среднесмертельная LD_{50} , средневыводящая из строя ID_{50} , среднепороговая PD_{50} .

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – это концентрация, которая при ежедневном воздействии не вызывает у человека патологических изменений.

Пороговая концентрация – минимальная концентрация ОХВ, вызывающая начальные симптомы поражения.

Летальная (смертельная) концентрация – концентрация ОХВ, вызывающая летальный исход.

К основным характеристикам ОХВ относят также стойкость и агрессивность. **Стойкость** – это продолжительность сохранения поражающей способности ОХВ. **Агрессивность** – способность ОХВ оказывать вредное воздействие на элементы ОЭ и окружающую среду.

Степень опасности химического заражения местности оценивается плотностью заражения опасными химическими веществами, мг/см², г/см², кг/га.

Защитой персонала ОЭ и населения от ОХВ служат гражданские или промышленные противогазы (при их ингаляционном воздействии) и за-

щитная одежда (при кожно-резорбтивном воздействии), убежища с фильтровентиляцией.

Радиационное воздействие на человека и окружающую среду. Радиация представляет собой уникальное явление природы, открытое в конце XIX в. (в 1896 г. явление радиоактивности обнаружил у соединений урана французский физик А. Беккерель) и тщательно изученное в XX в. По определению – это результат изменения структуры атома из-за внутренней неустойчивости с испусканием при этом излучения, способного вызывать ионизацию среды. По этой причине оно получило название ионизирующего излучения.

Ионизирующее излучение (ИИ) представляет собой потоки заряженных и нейтральных частиц, а также электромагнитных волн. Оно включает несколько видов излучений, образующихся при ядерных превращениях:

α -излучение – ИИ, состоящее из α -частиц (ядер гелия ${}^2_4\text{He}$), имеет

очень незначительную проникающую способность (в воздухе путь пробега составляет не более 10 см, в биоткани до 0,1 мм). Представляет опасность для человека только в случае непосредственного контакта с кожей. α -активностью обладают, как правило, химические элементы с порядковым номером более 83 (Po, Rn, Ra, U, Pu и др.). Начальная скорость движения α -частиц 15 000...19 000 км/с, пробег в воздухе, удельная ионизация ≈ 30000 пар ионов на 1 см пробега в воздухе;

β -излучение – электронное ИИ, испускаемое при ядерных превращениях. β -частицы распространяются в воздухе до 25 м, в биоткани до 15 м, в алюминии – до 5 мм. Одежда человека почти наполовину ослабляет их действие. Они практически полностью поглощаются оконными стеклами и любым металлическим экраном толщиной в несколько миллиметров. Опасны при контакте с кожей. β -активность – наиболее распространённый вид радиоактивности и встречается как среди лёгких (${}^3_1\text{H}$ – тритий), так и среди тяжёлых элементов (${}^{242}_{95}\text{At}$ – америций). Начальная скорость β -частиц определяется их энергией, но всегда меньше скорости света и достигает значения 290 000 км/с. Средняя удельная ионизация β -частиц в воздухе составляет 60...100 пар ионов на 1 см пробега;

γ -излучение – это поток γ -квантов, движущихся со скоростью света. Обладает **наибольшей** из всех излучений **проникающей способностью**, что особенно опасно при внешнем облучении. **Удельная ионизация** γ -излучения составляет **несколько пар ионов** на 1 см пробега в воздухе. Распространяется в воздухе на несколько сотен метров и свободно проникает через одежду и тело человека, значительные толщи материалов. Считается самым опасным для человека. Сущность ионизации, производимой γ -квантами при прохождении через среду, состоит в том, что ионизация

атомов вещества среды производится, в основном, не самими γ -квантами, а электронами, которые выбиваются из атомов вещества среды в результате взаимодействия γ -квантов с этими атомами;

нейтроны – это частицы, которые не имеют заряда, но, обладая огромной массой, способны нанести непоправимый вред при облучении организма. Они взаимодействуют только с ядрами атомов. В результате нескольких таких столкновений нейтрон теряет свою энергию и захватывается одним из ядер облучаемого вещества. Вылетают из ядер атомов со скоростью 20...40 тыс. км/с. Ионизирующая способность нейтронного излучения в воздухе составляет несколько тысяч пар ионов на 1 см пробега. Проникающая способность в воздухе – несколько км.

Опасность ИИ характеризуется **экспозиционной дозой** излучения, измеряемой в кулонах на килограмм (Кл/кг). На практике в качестве единицы экспозиционной дозы часто применяют внесистемную единицу рентген (Р) – количество γ -излучения, при поглощении которого в 1 см³ сухого воздуха при температуре 0 °С и давлении 760 мм рт. ст. образуется $2,083 \cdot 10^9$ пар ионов с зарядом, равным заряду электрона (1 Кл/кг = 3876 Р). Мощность экспозиционной дозы выражается в амперах на килограмм (1 А/кг = 3876 Р/с).

Степень тяжести радиационного поражения главным образом зависит от **поглощённой дозы**, выражаемой в Грехах (Гр). На практике используется внесистемная единица поглощённой дозы – рад (в 1 г облучаемого вещества поглощается энергия, равная 100 эргам). Внесистемная единица мощности поглощённой дозы – рад/ч или рад/с. Между $D_{\text{эксп}}$ и $D_{\text{погл}}$ имеется зависимость:

$$D_{\text{погл}} = D_{\text{эксп}} K,$$

где K – коэффициент пропорциональности (для мягких тканей организма человека $K = 0,877$).

Если организм подвергся воздействию различных видов ИИ, введено понятие **эквивалентная доза** ($D_{\text{экв}}$), измеряемая единицей **бэр** – биологический эквивалент рентгена (рада), который отличается от дозы γ -излучения на величину коэффициента качества (КК). Величина КК для разных излучений определяется по справочнику, некоторые из них: рентгеновские, γ , β -излучения – 1; тепловые нейтроны – 3; быстрые нейтроны, протоны – 10; α -частицы, ядра отдачи – 20.

Таким образом, 1 бэр = 1 рад · КК.

В системе СИ единицей эквивалентной дозы служит **зиверт** (Зв).

1 Зв = 100 бэр.

При радиационной аварии (ядерном взрыве) поражение людей происходит **проникающей радиацией**, представляющей собой поток γ -лучей и нейтронов, испускаемых из зоны взрыва и радиоактивного облака, а также излучениями загрязнённых поверхностей и местности. **Радиоак-**

тивное заражение местности возникает в результате выпадения радиоактивных веществ, содержащих радионуклиды, из радиоактивного облака.

О степени загрязнённости поверхностей объектов и местности судят не по весу выпавшего количества радиоактивных веществ, а по **активности** содержащихся в них радионуклидов, т.е. количеству распадающихся ядер вещества в единицу времени. За единицу измерения принят 1 акт распада ядра в секунду, в системе СИ – это *беккерель* (Бк). Внесистемной единицей является *кюри* (Ки). $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Каждый радионуклид распадается со своей скоростью. Время, в течение которого распадается половина общего числа атомов, принято называть **периодом полураспада** данного радионуклида. Ввиду того, что периоды полураспада разных радионуклидов имеют диапазон времени от долей секунды (например, полоний – $214 \dots 10^{-4} \text{ с}$) до нескольких миллионов и даже миллиардов лет (уран-238 – 10^9 лет), спад радиоактивности имеет экспоненциальную зависимость.

На практике активность распада принято называть мощностью (скоростью) нарастания дозы излучения или уровнем радиации на местности, а также степенью загрязнённости поверхности объекта. Мощность дозы излучения обозначается буквой *P* и измеряется в Р/ч, мР/ч, мкР/ч, рад/ч, мрад/ч, мкрад/ч и т.д.

Полезно знать ориентировочное соотношение между мощностью дозы излучения и активностью радионуклида: 1 Ки/м^2 эквивалентен 10 рад/ч .

При оценке опасности пребывания людей на радиоактивно загрязнённой территории используется расчётная доза облучения. **Расчётная доза облучения**, *D*, за время облучения, *t* определяется по формуле:

$$D = Pt, P \text{ (рад, бэр, Зиверт)}.$$

Биологические изменения в организме человека при облучении ИИ связаны, прежде всего, с ионизацией атомов биологической ткани, что приводит к разрыву молекулярных связей и к изменению химической структуры её соединений. Изменения в химическом составе многих молекул приводит к гибели клеток. Излучения расщепляют находящуюся в тканях воду на H^+ (атомарный водород) и OH^- (гидроксильную группу). В результате реакции появляется H_2O_2 (перекись водорода) и ряд других перекисных продуктов. Все они обладают высокой химической активностью и в организме начинают протекать реакция окисления, восстановления и соединения одних молекул с другими. Это приводит к образованию химических соединений, не свойственных живой ткани организма, вызывает нарушение нормального течения биологических процессов в организме.

Однако не всякая доза облучения опасна для человека. Руководящими документами в вопросах нормирования ИИ являются Федеральный закон от 09.01.96 г. № 3-ФЗ «**О радиационной безопасности населения**», «**Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)**». Определяющим здесь является предельно допустимая доза (ПДД) – годовой уровень об-

лучения, не вызывающий при равномерном облучении в течение 50 лет неблагоприятных изменений в состоянии здоровья облучаемого и его потомства.

Категории облучаемых лиц: **персонал группы А** – это лица, непосредственно работающие с источником ионизирующих излучений; **группы Б** – лица, которые по условиям профессиональной деятельности могут подвергаться воздействию радиоактивного излучения, и остальное население.

Основные пределы среднегодовых эффективных доз за любые последовательные 5 лет для персонала группы А – 20 мЗв (2 бэр), группы Б – 5 мЗв (0,5 бэр), населения – 1 мЗв (0,1 бэр), но не более в год 50 мЗв (5 бэр), 12,5 мЗв (1,25 бэр) и 5 мЗв (0,5 бэр) соответственно.

Надёжной защитой от проникающей радиации служат убежища и ПРУ гражданской обороны. Для защиты органов дыхания от радиоактивной пыли используют противопыльные респираторы, от контакта с кожными покровами и одеждой – различные виды накидок и защитной одежды.

Механическое воздействие на человека. Механическое воздействие на человека происходит при обрушении зданий и сооружений, падении деревьев и столбов, ударе тела о препятствие (землю), при отбрасывании УВВ и образующимися при взрыве осколками.

Основным фактором, определяющим вероятность поражения персонала, является степень повреждения зданий. При оперативных расчётах принимается, что в полностью разрушенных зданиях поражение получают 100% находящихся в них людей, и все пострадавшие окажутся в завалах; в сильно разрушенных – поражение получают 60% и до 50% из них окажутся в завалах, в среднеразрушенных зданиях может выйти из строя до 10...15% находящихся в них людей.

Фазы развития чрезвычайных ситуаций техногенного происхождения. Анализ развития ЧС техногенного происхождения позволяет выявить некоторые общие закономерности в их протекании, которые можно разделить на пять условных типовых фаз.

Первая фаза – накопление отклонений от нормального состояния или процесса.

Обычно аварии предшествует возникновение или накопление дефектов в оборудовании. Длительность этой фазы находится в пределах от нескольких минут до нескольких суток. Сами дефекты или накопления не представляют угрозы, но создают предпосылки для аварии. Такие отклонения случаются часто и в большинстве случаев не приводят к авариям. Однако эта фаза очень важна, так как во время неё возможно предотвращение аварии. Для этого нужно прекратить процесс в опасных условиях.

На *второй фазе* происходит какое-либо инициирующее событие, обычно неожиданное. В случае аварии на этой фазе у операторов, как правило, не бывает ни времени, ни средств для эффективных действий.

Третья фаза – процесс чрезвычайного события, во время которого оказывается воздействие на людей, объекты и природную среду.

Четвёртая фаза – действие остаточных факторов поражения.

Пятая фаза – ликвидация последствий ЧС.

Последняя фаза при некоторых ЧС может по времени начинаться ещё до завершения третьей фазы и совмещаться с четвёртой.

На основе членения процесса протекания ЧС строятся типовые модели их возникновения и развития.

Основы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. С целью определения влияния поражающих факторов источников ЧС на жизнедеятельность населения, работу объектов экономики (ОЭ) и действия сил ликвидации ЧС, обоснования и принятия мер защиты осуществляется выявление и оценка обстановки, складывающейся в зонах ЧС.

Выявление обстановки включает сбор и обработку исходных данных о ЧС, определение размеров зон ЧС и нанесение их на карту (схему).

Оценка обстановки включает решение основных задач по определению влияния поражающих факторов источников ЧС на работу ОЭ, жизнедеятельность населения и действия сил ликвидации ЧС.

Выявление и оценка обстановки осуществляется в три этапа:

Этапы выявления и оценки обстановки в зонах ЧС	Основание для расчётов	Преследуемые цели производства расчётов
I этап – заблаговременное выявление и оценка обстановки по прогнозу , по максимально возможному значению параметров поражающих факторов	Исходные данные, представляющие собой сведения, полученные от соответствующих министерств, ведомств и органов гидрометеослужбы	Полученные результаты необходимы для планирования мероприятий по защите населения и территорий
II этап – выявление и оценка обстановки по прогнозу после возникновения источника ЧС	Исходные данные, поступившие от органов управления ГОЧС, ОЭ, о возникновении источника ЧС с учётом реальных метеоданных	Полученные результаты необходимы для принятия решения председателями КЧС по экстренной защите населения и организации разведки в зонах ЧС
III этап – выявление и оценка фактической обстановки (по данным разведки)	Исходные данные, полученные от органов разведки, наблюдения и контроля об обстановке в зоне ЧС	Полученные данные необходимы для уточнения ранее принятых решений по защите населения и проведения работ по ликвидации ЧС

В основу прогнозирования последствий ЧС мирного и военного времени положена причинно-следственная связь двух процессов:

- 1) воздействие поражающих факторов на объект;
- 2) сопротивление самого объекта этому воздействию.

К настоящему времени соответствующими структурами МЧС Российской Федерации разработаны и просчитаны на ЭВМ модели воздействий ПФ для различных ЧС. Данные, так называемые «точные» методы прогнозирования последствий ЧС, можно значительно упростить и свести их к оперативным методам.

В данном случае *воздействия поражающих факторов источников ЧС* мирного и военного времени описываются также в виде аналитических, табличных и графических зависимостей, что и будет нами использоваться на практических занятиях.

В настоящее время задачи защиты объектов экономики (а также и территорий) от ЧС решаются путём проведения комплекса организационных, инженерно-технических, технологических мероприятий в мирное время в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС), а в военное время в системе Гражданской обороны (ГО).

Организационные мероприятия предусматривают разработку и планирование действий руководящего состава, служб объекта по защите персонала, проведению работ по ликвидации ЧС, восстановлению производства, а также по выпуску продукции на сохранившемся оборудовании. Основными из них могут быть:

- прогнозирование последствий возможных ЧС;
- подготовка руководящего состава к работе в ЧС;
- разработка инструкций (направлений, руководств) по снижению опасности возникновения аварийных ситуаций на объекте, безаварийной остановке производства, локализации аварий и ликвидации последствий, а также по организации восстановления нарушенного производства;
- обучение персонала объекта соблюдению мер безопасности и способам действий при возникновении ЧС, локализации аварий и пожаров, ликвидации последствий и восстановлении нарушенного производства и т.д.

Инженерно-технические мероприятия ГО – это комплекс мероприятий, осуществляемых инженерно-техническими методами и средствами, и направленных на предотвращение или уменьшение возможных потерь и разрушений, повышение устойчивости работы объекта в ЧС, на успешное проведение работ по ликвидации ЧС.

Технологические мероприятия предусматривают повышение устойчивости работы объекта путём таких изменений технологических процессов, которые способствовали бы обеспечению бесперебойного выпуска продукции, а также исключали бы возникновение вторичных факторов поражения.

Объём и порядок разработки и проведения рассматриваемых мероприятий регламентируются «**Нормами проектирования инженерно-технических мероприятий гражданской обороны**» (ИТМ ГО, СНиП 2.01.51–90) и другими нормативными документами по организации и ведению гражданской обороны на промышленном объекте.

2.2. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

Обширная территория России (площадь 17 млн. км², протяжённость границ 48 тыс.км.), разнообразие климатических, геологических и гидрометеорологических условий, наличие громадного количества крупных рек, озёр, водохранилищ, морей, океанов, горных районов обуславливают большое разнообразие различных опасных природных явлений.

Классификация ЧС природного происхождения, характерных для нашей страны, делит их на шесть типов, каждый из которых, в свою очередь, подразделяется на несколько видов:

1. *Геофизические опасные явления* – землетрясения, извержения вулканов.

2. *Геологические опасные явления* – оползни, сели, лавины, просадка земной поверхности и др.

3. *Метеорологические опасные явления* – бури (9 – 11 баллов по шкале Бофорта), ураганы (12 – 15 баллов), смерчи, сильные ливни, снегопады, метели, морозы и др.

4. *Морские гидрологические опасные явления* – тропические циклоны, тайфуны, цунами, сильные волнения моря (5 баллов и выше), опасности, связанные с ледовой обстановкой и др.

5. *Гидрологические опасные явления* на внутренних водоёмах – наводнения, половодья, дождевые паводки, нагоны, заторы, зажоры.

6. *Природные пожары* – лесные, торфяные, степные (в том числе хлебных массивов), а также пожары горючих ископаемых.

Задание 2.2.1. Рассмотреть причины возникновения, характер протекания, поражающие факторы и последствия чрезвычайных ситуаций природного характера, специфику защитных мероприятий.

Методические указания по выполнению задания

В ходе самостоятельной работы подобрать литературу и разработать сообщение по указанному вопросу (задание выдаётся преподавателем). Разработанный материал оформить письменно объёмом не менее 10 страниц в соответствии с требованиями по оформлению рефератов. Структура сообщения:

1. Вступление (дать общее представление о ЧС природного характера).
2. Причины возникновения и характер протекания данного источника природных ЧС (показать рисунком).
3. Поражающие факторы и защита от них.
4. Выводы.

Текст сообщения каждым студентом сдаётся преподавателю для проверки и оценки.

Тематика вопросов

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1. Землетрясения. | 11. Обвалы. |
| 2. Вулканы. | 12. Снежные лавины. |
| 3. Наводнения | 13. Сильные морозы. |
| 4. Подтопления. | 14. Тонкий лед. |
| 5. Цунами. | 15. Ураганы, бури. |
| 6. Снегопад. | 16. Смерчи. |
| 7. Гололёд и гололедица. | 17. Грозы. |
| 8. Засуха. | 18. Лесные пожары. |
| 9. Оползень. | 19. Степные пожары. |
| 10. Сели. | 20. Торфяные пожары |

Рекомендуемая литература

1. Баринов, А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них / А.В. Баринов. – М. : Владос, 2003.
2. Мазур, И.И. Опасные природные процессы / И.И. Мазур, О.П. Иванов. – М. : Экономис, 2004.
3. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Книга 3. – М. : Изд-во АСВ, 1998.
4. Бобок, С.А. Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий / С.А. Бобок. – М. : Изд-во ГНОМ и др., 2003.
5. Гринин, А.С. Экологическая безопасность. Защита территорий и населения при ЧС / А.С. Гринин, В.И. Новиков. – М. : Фаир-Пресс, 2002.
6. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : учебное пособие / В.А. Акимов и др. – М. : Высш. шк., 2006. –592 с.
7. Гражданская оборона и защита от ЧС. – Тамбов : Изд-во ТГТУ (библ. Эл МП/1590), 2007.
8. Энциклопедические издания по наукам о земле (геологии, географии, гидрологии, метеорологии и т.д.).
9. Ресурсы Интернет.

Задание 2.2.2. Расчёт возможных разрушений зданий и сооружений при чрезвычайных ситуациях природного характера

Студент выполняет предложенные ему задания в роли члена комиссии по чрезвычайным ситуациям и обеспечению пожарной безопасности объекта экономики (КЧС ПБ). Предполагается, что результаты проведённых расчётов докладываются председателю КЧС ПБ, а выводы по ним являются предложениями по защите персонала ОЭ (или населения) в сложившихся условиях ЧС. Выполнение расчётов целесообразно проводить в следующей последовательности:

1. Ознакомиться с вводной частью заданий, выписать основные теоретические положения вводной части и справочных материалов.
2. Изучить задание, выписать исходные данные (при этом полезно составить черновик схемы зоны чрезвычайной ситуации или очага поражения).
3. Используя методики, представленные в справочных материалах заданий, рассчитать параметры поражающих факторов источника ЧС.
4. По полученным результатам оценить последствия данной чрезвычайной ситуации и сделать соответствующие выводы (предложения на дальнейшие действия по защите населения (персонала ОЭ)).

Задание 2.2.3. Прогнозирование и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате опасных природных явлений

Пример 1. Производственный цех имеет элементы: здание бескаркасной конструкции длиной 80 м, шириной 20 м, высотой 16 м; технологическое оборудование – краны и крановое оборудование, тяжёлые станки; КЭС (коммунально-энергетические сети) – трубопроводы на железобетонных эстакадах, кабельные наземные линии.

Определить характер разрушений цеха и его элементов, объём и высоту завала, дальность разлёта осколков в результате воздействия землетрясения силой ... баллов (табл. 2.2.1). В выводах отразить предложения по дальнейшей эксплуатации данного производства.

2.2.1. Исходные данные

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сила землетрясения, балл	5	7	9	11	10	6	8	7	5	9	10	8	7	5	6
№ варианта	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Сила землетрясения, балл	9	10	11	8	5	7	5	9	6	10	11	8	7	9	10

Пример 2. Определить характер разрушения и вероятность потерь людей жилого здания (кирпичное многоэтажное в 5 этажей, длиной 160 м, шириной 16 м, высотой 20 м), объём и высоту завала, дальность разлёта осколков в результате воздействия ветровой нагрузки от урагана при скорости ветра ... м/с (табл. 2.2.2). Сделать соответствующие выводы.

2.2.2. Исходные данные

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ураган, баллы	14	15	12	13	12	15	16	14	14	13	12	15	16	17	14
скорости ветра, м/с	30	50	25	30	25	50	50	30	30	30	25	50	50	70	30
№ варианта	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ураган, баллы	12	13	11	15	16	14	14	12	17	13	13	16	14	12	13
скорости ветра, м/с	25	30	25	50	50	30	30	25	70	30	30	50	30	25	30

Пример 3. Определить параметры очага поражения и степень разрушения здания цеха и его элементов (по исходным данным примера 1) при разрушении плотины водохранилища на удалении R , км. Объём водохранилища W , млн м³, ширина прорана B , м, глубина воды перед плотинной (глубина прорана) H , м, средняя скорость движения волны попуска v , м/с (табл. 2.2.3). Сделать соответствующие выводы.

2.2.3. Исходные данные для расчёта

№ варианта	W , млн м ³	B , м	H , м	v , м/с	R , км
1	10	15	5	3	25
2	20	25	10	5	25
3	30	35	25	6	25
4	40	50	5	3	25
5	50	30	10	4	25
6	60	45	25	6	50
7	70	100	50	5	50
8	80	60	10	6	50
9	90	120	10	7	50
10	100	80	25	7	50
11	110	120	25	8	100
12	120	90	50	8	100
13	130	140	50	8	100

№ варианта	W , млн м ³	B , м	H , м	v , м/с	R , км
14	140	110	50	9	100
15	150	150	25	1	100
16	160	130	25	6	150
17	170	140	25	7	150
18	180	160	25	8	150
19	190	170	25	9	150
20	200	190	25	10	150
21	210	10	50	4	200
22	220	200	50	6	200
23	230	210	50	8	200
24	240	220	50	10	200
25	250	230	50	5	200
26	260	240	50	7	250
27	270	250	50	9	250
28	280	260	50	12	250
29	290	270	50	14	250
30	300	280	50	15	250

Список литературы

1. Бобок, С.А. Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий / С.А. Бобок. – М. : Изд-во ГНОМ и др., 2003.
2. Гринин, АС. Экологическая безопасность. Защита территорий и населения при чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / А.С. Гринин, В.И. Новиков. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2002.
3. Гражданская оборона и защита от чрезвычайных ситуаций : учебное пособие. – Тамбов : Изд-во ТГТУ (библ. Эл МП/1590), 2007.

2.3. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

В современном обществе всё острее становится проблема обеспечения безопасности и защиты человека и окружающей среды от воздействия техногенных вредных факторов.

Промышленное производство, сконцентрировав в себя колоссальные запасы различных видов энергии, вредных веществ и материалов, стало постоянным источником серьёзной техногенной опасности и возникновения чрезвычайных ситуаций. Внедрение новых технологий не снижает уровень этой опасности.

Наибольшую опасность по масштабам последствий представляют техногенные ЧС, связанные с авариями и катастрофами на химически и радиационно опасных объектах

2.3.1. Химически опасные объекты. Химические аварии и их последствия

Химически опасный объект (ХОО) – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества (ОХВ), при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды.

К наиболее распространённым в промышленности и сельском хозяйстве АХОВ следует отнести: аммиак (до 55% от общей массы АХОВ), хлор (до 35%), далее синильная кислота, акрилонитрил, сероводород, сернистый ангидрид, фосген, соляная кислота, диоксин и др.

Химическая авария – авария, сопровождающаяся утечкой или выбросом опасных химических веществ из технологического оборудования или повреждённой тары, способная привести к гибели или заражению людей, животных и растений, либо загрязнению химическими веществами окружающей природной среды в опасных для людей, животных и растений концентрациях.

Для любой аварийной ситуации характерны стадии возникновения, развития и спада опасности. На химически опасном объекте в разгар аварии могут действовать, как правило, несколько *поражающих факторов* – пожар, взрывы, химическое заражение местности и воздуха и другие, а за пределами объекта – заражение окружающей среды.

Химическое заражение – распространение химически опасных веществ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, животных и растений в течение определённого времени.

Территорию, в пределах которой распространилось химическое заражение окружающей среды, называют *зоной химического заражения*.

Задание 2.3.1. Прогнозирование и оценка химической обстановки при чрезвычайных ситуациях на химически опасных объектах.

На ХОО, расположенном на расстоянии X км западнее населённого пункта, в результате производственной аварии произошло разрушение ёмкости, содержащей Q_0 т АХОВ. Характер разлива – свободный или в обваловку высотой $H = 1$ м. В населённом пункте проживает ___ человек, из них находится: в зданиях ($n_з$) – 80%, на открытой местности ($n_о$) – 20%. Обеспеченность населения противогазами – 50 %. Ветер западный, U , м/с, температура воздуха – t °С. Время от начала аварии – N часов. Численные значения исходных данных задания приведены в таблице.

2.3.1. Исходные данные для расчёта¹

№ варианта	X, км	Численность населения, человек	АХОВ, способ хранения	Q _{0,г}	Облачность	Время суток	U, м/с	Время N, ч	t _{возд.} , °С
1	1,5	200	аммиак под давл.(сжиж.)	60	ясно	ночь	1	1,5	-20
2	1,5	250	аммиак (изот. хранение.)	55	переменная	утро	2	2	0
3	3	400	водород хлористый (сжиж.)	40	сплошная	день	1,5	2,5	+20
4	8	600	водород бромистый (сжиж.)	25	ясно	вечер	4	3	-20
5	2	450	водород мышьяковистый (сжиж.)	50	переменная	ночь	5	3,5	0
6	3	200	метиламин (сжиж.)	40	сплошная	утро	1	1,5	+20
7	1	150	сероводород (сжиж.)	60	ясно	день	2	2	0
8	3	300	сернистый ангидрид (сжиж.)	30	переменная	вечер	1	2,5	0
9	1	180	метил хлористый (сжиж.)	55	сплошная	ночь	2	3	+20
10	4	350	формальдегид (сжиж.)	30	ясно	утро	3	3,5	0
11	8	550	фтор (сжиж.)	40	переменная	день	5	1,5	0
12	4	400	метил бромистый (сжиж.)	35	сплошная	вечер	2	2	+20
13	3	220	хлор (сжиж.)	35	ясно	ночь	1,5	2,5	-20
14	8	600	фосген (сжиж.)	45	переменная	утро	4	3	20
15	3,5	180	фосген (сжиж.)	45	сплошная	день	3	3,5	+20
16	4	260	хлорциан (сжиж.)	50	ясно	вечер	1	1,5	20
17	1	190	сероводород (сжиж.)	25	переменная	ночь	2	2	0
18	2,5	250	триметиламин (сжиж.)	55	сплошная	утро	2	2,5	+20
19	2	230	хлор (сжиж.)	60	ясно	день	3	3	-20
20	2,5	240	сернистый ангидрид (сжиж.)	50	переменная	вечер	1,5	3,5	0
21	2	180	хлорциан (сжиж.)	30	сплошная	ночь	1	1,5	+20
22	2,5	210	аммиак под давлением (сжиж.)	60	ясно	утро	2	2	-20
23	5	550	фтор (сжиж.)	25	переменная	день	3	2,5	0
24	3	280	окись этилена (сжиж.)	40	сплошная	вечер	1,5	3	+20
25	2	300	водород мышьяковистый (сжиж.)	45	ясно	день	3	3,5	0

¹Для чётных вариантов – разлив АХОВ свободный, для нечётных – разлив АХОВ в обваловку. При t_{возд.} = -20 °С – наличие на местности снежного покрова.

Определить: размеры и площадь зоны возможного химического заражения, возможные потери от АХОВ населения и их структуру, время подхода заражённого воздуха к черте населённого пункта и время поражающего действия АХОВ; какие защитные мероприятия могут быть предприняты по защите населения данного населённого пункта.

2.3.2. Радиационно опасные объекты. Радиационные аварии и их последствия

Радиационно опасный объект (РОО) – объект, на котором перерабатывают, используют, хранят или транспортируют радиоактивные вещества и при аварии на котором (или его разрушении) может произойти облучение ИИ или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов экономики, а также окружающей природной среды.

Виды РОО:

АЭС (атомные электрические станции) – это ОЭ по производству электроэнергии с использованием ядерного реактора, оборудования и подготовленного персонала;

АСТ (атомная станция теплоснабжения) – ОЭ по производству тепловой энергии, с использованием ректора, оборудования и подготовленного персонала;

ПЯТЦ (предприятия ядерного топливного цикла) – ОЭ для изготовления ядерного топлива, его переработки, перевозки и захоронения отходов;

ЯЭУ – объекты с ядерными энергетическими установками (корабельными, космическими и т.д.);

ЯБП – ядерные боеприпасы и склады ядерного оружия.

В России 32 энергоблоков на 10 АЭС, 113 исследовательских ядерных установок, 13 ПЯТЦ, 8 научно-исследовательских организаций, 9 атомных судов и свыше 13 000 предприятий, использующих радиоактивные вещества.

Радиационная авария – это потеря управления источником ИИ, вызванного неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды (ФЗ «О радиационной безопасности»).

Последствия радиационных аварий обусловлены их поражающими факторами: на объекте аварии – ИИ как непосредственно при выбросе радиоактивных веществ, так и при радиоактивном загрязнении территории объекта; ударная волна (при наличии взрыва); тепловое воздействие (при пожаре); вне объекта аварии – ионизирующие излучение как поражающий фактор радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Основные и самые тяжёлые последствия радиационных аварий – воздействие ИИ на организм человека. Воздействие ИИ на отдельные ткани и

органы человека неодинаково. Его можно значительно ослабить, поскольку одни органы более чувствительны к этому воздействию, другие менее.

Характеристика зон радиоактивного загрязнения местности (РЗМ) при авариях на АЭС представлена в табл. 2.3.2.

2.3.2. Характеристика зон радиоактивного загрязнения

Наименование	Индекс	Цвет линий при отображении на карте (схеме)	Доза за первый год после аварии, рад			Мощность дозы на 1 ч после аварии, рад/ч	
			на внешней границе	в середине зоны	на внутренней границе	на внешней границе	на внутренней границе
Радиационной опасности	М	Красный	5	16	50	0,014	0,14
Умеренного загрязнения	А	Синий	50	160	500	0,14	1,4
Сильного загрязнения	Б	Зелёный	500	866	1500	1,4	4,2
Опасного загрязнения	В	Коричневый	1500	2740	5000	4,2	14
Чрезвычайно опасного загрязнения	Г	Чёрный	5000	9000	–	14	–

Независимо от причины, вызывающей воздействие на людей ИИ (авария на АЭС или ядерный взрыв), определение полученной дозы облучения осуществляются либо прогнозированием (расчётным методом) по соответствующим методикам, либо на основании результатов фактических измерений дозиметрических приборов (рентгенметров).

В основе любой методики расчётов дозы $D_{\text{обл}}$ положена зависимость:

$$D_{\text{обл}} = Pt_{\text{преб}} \cdot \text{рад},$$

где $D_{\text{обл}}$ – расчётная доза облучения при пребывании в данной точке радиоактивного загрязнения с мощностью излучения P (рад/ч) за время t (ч).

При расчётах $D_{\text{обл}}$ значение мощности излучения P принимается с учётом времени, прошедшего после аварии (взрыва), а также защитных свойств объектов, в которых пребывают люди. Эти данные могут быть рассчитаны по соответствующим формулам или взяты из справочных таблиц.

Не всякая доза облучения опасна. Если она не превышает 50 бэр, то исключена даже потеря работоспособности. Доза в 200...300 бэр, полученная за короткий промежуток времени, может вызвать тяжёлые радиационные потери. Однако такая же доза, полученная в течение нескольких месяцев, не приведёт к заболеванию: здоровый организм способен за это время выработать новые клетки, взамен погибших при облучении.

При определении допустимых доз учитывают, что оно может быть одно- или многократным. Однократным считают облучение, полученное за первые четверо суток. Оно может быть импульсивным (при воздействии проникающей радиации) или равномерным (при облучении на радиоактивно-загрязнённой местности). Облучение, полученное за время, превышающее четверо суток, считается многократным.

Соблюдение установленных пределов допустимых доз облучения исключает возможность массовых радиационных поражений в зонах радиоактивного заражения. Ниже приведены возможные последствия острого одного- и многократного облучения организма человека в зависимости от полученной дозы, рад:

50 – признаки поражения отсутствуют;

100 – при многократном облучении в течение 1 – 30 суток работоспособность не уменьшается. При острых (однократных) облучениях у 1% облучённых наблюдается тошнота и рвота, чувство усталости без серьёзной потери трудоспособности;

200 – при многократном облучении в течение 3 месяцев работоспособность не уменьшается. При острых (однократных) облучениях дозой 200 – 250 Р возникают слабо выраженные признаки поражения (*лучевая болезнь I степени*);

300 – при многократном облучении в течение года работоспособность не снижается. При острых (однократных) облучениях дозой 250...300 Р возникает *лучевая болезнь II степени*. Заболевание в большинстве случаев заканчивается выздоровлением;

400...700 – *лучевая болезнь III степени*. Сильная головная боль, повышение температуры, слабость, жажда, тошнота, рвота, понос, кровоизлияние во внутренние органы, в кожу и слизистые оболочки, изменение состава крови, выздоровление возможно при условии своевременного и эффективного лечения. При отсутствии лечения смертность может достигнуть почти 100%;

более 700 – болезнь в большинстве случаев приводит к смертельному исходу. Поражение проявляется через несколько часов – *лучевая болезнь IV степени*;

более 1000 – моментальное заражение лучевой болезнью. Поражённый практически полностью теряет работоспособность и погибает в первые дни облучения.

Сложность выведения из организма радиоактивных веществ усугубляется тем, что различные РВ по-разному усваиваются организмом. Радиоактивные Na, K, Cs почти равномерно распределяются по организму и тканям; Ra, Sr, P скапливаются в костях; Ru, Po – в печени, почках, селезёнке, а $^{131}_{53}\text{Y}$ накапливается исключительно в щитовидной железе – важнейшем органе внутренней секреции, который регулирует обмен веществ, рост и развитие организма.

Щитовидная железа поглощает весь йод, попавший в организм до полного его насыщения. Накопление в ней радиоактивного йода приводит к расстройству гормонального статуса щитовидной железы. Особенно опасно такое насыщение у детей, так как щитовидная железа играет в их жизни более высокую роль, чем у взрослых. Именно поэтому при облучениях в первые часы (не позднее двух часов после РА) для защиты щитовидной железы необходимо поставить в организм избыток нейтрального йода (суть йодной профилактики населения, как защитного мероприятия ГО). В качестве основного препарата такого стабильного йода НРБ-99 рекомендуют *таблетированный йодистый калий*.

Задание 2.3.2. Прогнозирование и оценка химической обстановки при чрезвычайных ситуациях на радиационно опасных объектах.

На расстоянии R от объекта экономики в 1 ч 10 мин ДЗ (день занятий) произошла авария на ядерном реакторе РБМК с электрической мощностью $W_{эл}$, МВт с выбросом в атмосферу радиоактивных веществ (РВ). ОЭ оказался на оси следа радиоактивного облака. Средняя скорость ветра v , м/с.

Оценить радиационную обстановку на территории ОЭ и ожидаемые потери среди персонала, если продолжительность облучения t составила 10 ч, режим проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) формированиями РСЧС при уровне радиации на 1 ч после аварии.

2.3.3. Исходные данные для расчёта

№ варианта	Электрическая мощность реактора, $W_{эл}$, МВт	Расстояние, R , км	Скорость ветра, $v_{ср}$, м/с	№ варианта	Электрическая мощность реактора, $W_{эл}$, МВт	Расстояние, R , км	Скорость ветра, $v_{ср}$, м/с
1	440	10	3	16	2000	55	4
2	1000	30	4	17	3000	60	5
3	1500	40	5	18	4000	70	5
4	2000	45	5	19	440	20	3
5	3000	50	5	20	1000	45	3
6	4000	60	5	21	1500	55	4
7	440	16	3	22	2000	60	4
8	1000	35	3	23	3000	65	5
9	1500	45	4	24	4000	75	5
10	2000	50	4	25	440	25	3
11	3000	55	5	26	1000	50	3
12	4000	65	5	27	1500	60	4
13	440	18	3	28	2000	65	4
14	1000	40	3	28	3000	70	5
15	1500	50	4	30	4000	80	5

2.4. ОСНОВЫ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Выполнение задач защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является неотъемлемой частью государственных мероприятий по обеспечению национальной безопасности страны и её стабильному социально-экономическому развитию.

Данная проблема в Российской Федерации решается в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС, составной частью которой является Гражданская оборона.

В настоящее время действует Постановление Правительства 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», которое определяет порядок организации и функционирования РСЧС, также именуемой единой системой.

Организационно РСЧС состоит из территориальных (создаются в субъектах Российской Федерации) и функциональных (создаются Министерствами Российской Федерации) подсистем и действует на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях.

Основными *задачами Единой системы* являются (ст. 4 № 68-ФЗ):

- разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций и повышение устойчивости функционирования организаций, а также объектов социального назначения в чрезвычайных ситуациях;
- обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных и выделяемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- сбор, обработка, обмен и выдача информации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях;
- организация своевременного оповещения и информирования населения о чрезвычайных ситуациях в местах массового пребывания людей;
- прогнозирование и оценка социально-экономических последствий чрезвычайных ситуаций;
- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- осуществление государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- ликвидация чрезвычайных ситуаций;
- осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от чрезвычайных ситуаций, проведение гуманитарных акций;

– реализация прав и обязанностей населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций, а также лиц, непосредственно участвующих в их ликвидации;

– международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Задачи гражданской обороны определены Федеральным законом Российской Федерации от 1998 (ст. 2), которые принято группировать применительно к объектам экономики следующим образом:

- **защита** работающего персонала и населения от ЧС;
- проведение **аварийно-спасательных работ и других неотложных работ** (АСДНР) в очагах поражения и зонах катастрофического затопления;
- **обеспечение устойчивости функционирования** ОЭ в условиях ЧС.

Руководители организаций несут персональную ответственность за организацию и проведение мероприятий по гражданской обороне и защите населения. Другие должностные лица организаций вопросы ГО решают в соответствии со своими функциональными обязанностями.

Органом, осуществляющим управление ГОЧС объекта, являются *структурные подразделения (работники)* организаций, уполномоченные на решение задач в области гражданской обороны, создаваемые (назначаемые) в порядке, установленном Правительством Российской Федерации (в старой терминологии – *штабы ГОЧС*). Состав подразделения (начальник отдела, его заместитель) зависит от значимости объекта и комплектуется как штатными работниками ГО, так и дополнительными лицами, не освобождёнными от основных обязанностей.

Подразделение обеспечивает своевременное оповещение об угрозе ЧС природного и техногенного характера и осуществляет мероприятия по защите рабочих, служащих и населения, подведомственных рабочих поселений. В его обязанности входит разработка, корректировка и организация выполнения плана ГО объекта, контроль над обучением рабочих и служащих по ГО и подготовка нештатных аварийно-спасательных формирований ГО.

Для решения специальных задач, наряду со штатными органами управления ГОЧС, в организациях создаются **эвакуационные комиссии и комиссии по повышению устойчивости функционирования объектов** экономики.

К силам гражданской обороны, специально предназначенным для решения задач в области гражданской обороны на ОЭ, относятся аварийно-спасательные формирования и аварийно-спасательные службы, создающиеся на объектах установленным порядком.

В соответствии с законодательством Российской Федерации аварийно-спасательные службы, аварийно-спасательные формирования могут создаваться:

- на постоянной штатной основе – профессиональные аварийно-спасательные службы, профессиональные аварийно-спасательные формирования;
- на нештатной основе – нештатные аварийно-спасательные формирования;
- на общественных началах – общественные аварийно-спасательные формирования.

Аварийно-спасательные службы создаются для организации и проведения специальных мероприятий ГО. Ими могут быть службы: медицинская, противопожарная, радиационной и химической защиты, убежищ и укрытий, охраны общественного порядка, материально-технического снабжения и др.

Аварийно-спасательное формирование – это самостоятельная или входящая в состав аварийно-спасательной службы структура, оснащённая специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами, материалами и подготовленная для выполнения задач в соответствии со своим предназначением.

На небольших предприятиях нештатные АСС ГО обычно не создаются, а их функции выполняют структурные органы управления этих объектов.

Решение задач ГОЧС на ОЭ реализуется осуществлением соответствующих мероприятий, выполняемых по степеням готовности ГО:

«**Повседневная готовность ГО**» – проведение плановых мероприятий ГО в условиях **отсутствия** внешней военной угрозы и внутренних вооружённых конфликтов.

«**Первоочередные мероприятия ГО 1-й группы**» – проведение мероприятий, повышающих готовность ГО к защите населения и территорий в условиях **возникновения** внешней военной угрозы или угрозы внутренних вооружённых конфликтов. Применительно к ОЭ, такими мероприятиями являются:

- сбор руководящего состава объекта, до которого доводятся данные о сложившейся обстановке;
- круглосуточное дежурство руководящего состава;
- проверка готовности систем управления, оповещения и связи;
- уточнение плана-графика наращивания мероприятий по повышению устойчивости объекта;
- уточнение укомплектованности и обеспеченности формирований ГО;
- уточнение расчётов по укрытию персонала, проверка готовности и порядка занятия ЗС ГО;

- вывоз на пункты выдачи со складов мобилизационного резерва средств индивидуальной защиты;
- проведение подготовительных мероприятий к введению режима маскировки, усилению охраны общественного порядка и важнейших объектов;
- снижение до минимальных размеров запасов ВВ и АХОВ;
- приводятся в готовность ЗС ГО на объектах, продолжающих работу в военное время.

По решению руководителей объектов проводятся и другие мероприятия, обеспечивающие повышение готовности ГО к действиям.

«Первоочередные мероприятия ГО 2-й группы» – проведение дополнительных мероприятий, повышающих готовность ГО к выполнению задач по защите населения и территорий в условиях *нарастания* внешней военной угрозы или внутренних вооружённых конфликтов. На ОЭ такими мероприятиями являются:

- перевод руководящего состава и органов управления ГО ЧС на круглосуточный режим работы (по сменам);
- приведение в полную готовность систем управления, оповещения и связи в том числе с запасных ПУ;
- проверка готовности, без прекращения работы, формирований ГО в пункте постоянного размещения объекта;
- проверка готовности всех ЗС ГО;
- выдача персоналу СИЗ, приборов радиационно-химической разведки, населением, при недостатке стандартных, изготавливаются простейшие СИЗ;
- в убежища закладываются запасы продовольствия и медикаментов;
- проведение неотложных мероприятий по повышению устойчивости функционирования ОЭ в военное время и безаварийной их остановке по сигналам ГО и другие мероприятия по плану ГО ОЭ.

«Общая готовность ГО» – проведение мероприятий по обеспечению полной готовности всех структур ГО к выполнению задач в условиях боевых действий:

- планы ГО объектов на военное время вводятся в действие в полном объёме;
- проводятся все мероприятия ГО, предусмотренные планами (кроме эвакуационных);
- органы управления при необходимости могут переводиться на запасные ПУ;
- формирования ГО приводятся в готовность в пунктах постоянно размещения без прекращения производственной деятельности;
- формирования ГО повышенной готовности готовятся к выводу в загородную зону для её подготовки к размещению эвакуируемых и ведению работ в очагах поражения (на это отводится не более 12 ч);

– ЗС ГО приводятся в готовность к укрытию населения (в срок не более 12 ч), осуществляется ускоренное строительство недостающих убежищ в зонах возможных сильных разрушений, подготовка ПРУ, отрывка щелей (открытых – в течение 12 ч, перекрытых – 24 ч);

– уточняются расчёты на проведение эвакуационных мероприятий, развёртываются пункты эвакуации, готовится транспорт для эвакуации;

– в полном объёме выполняются мероприятия по повышению устойчивости ОЭ в военное время, маскировке, защите запасов материальных средств и источников водоснабжения;

– готовится к заблаговременной эвакуации нетрудоспособное и незанятое в производственной сфере население, а также медицинские учреждения (без прекращения работы).

Перечисленные и другие мероприятия ГО находят отражение в Планах ГО ОЭ.

Кроме того, разрабатываются необходимые для планирования и организации ГО справочные расчётные данные и формализованные документы.

Степень секретности планов ГО некатегоризированных объектов определяется установленным порядком, но не ниже чем «ДСП».

2.4.1. Основы устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях

Под *устойчивостью* ОЭ понимают способность всего его комплекса, т.е. зданий, оборудования, складов, коммуникаций, транспорта противостоять разрушающему действию поражающих факторов в условиях ЧС.

Под *устойчивостью функционирования* ОЭ понимают способность его в ЧС выпускать продукцию в запланированном объёме и заданной номенклатуре (для непроизводственных объектов – выполнять свои функции в соответствии с предназначением), а в случае аварии (повреждения) восстанавливать производство в минимально короткие сроки.

Основные требования к устойчивому функционированию объекта экономики в условиях ЧС и пути его повышения изложены в Нормах проектирования инженерно-технических мероприятий гражданской обороны (ИТМ ГО), а также разработанных на их основе ведомственных нормативных документах, дополняющих и развивающих требования действующих норм применительно к данной отрасли.

Нормы проектирования ИТМ ГО, как документ, изданы отдельной частью строительных норм и правил СНиП 2.01.51–90. Их реализация должна осуществляться на этапах проектирования, строительства, монтажа и эксплуатации ОЭ.

В целях определения требуемых содержания, объёмов и сроков проведения мероприятий по ГО, осуществляется отнесение территорий к группам, а организаций – к категориям по ГО.

Порядок и критерии отнесения территорий к группам по ГО определён постановлением правительства Российской Федерации от 3.10.1998 г. № 1149, а организаций к категориям по ГО – постановлением Правительства от 13.09.1998 г. № 1115.

Для территорий и городов устанавливаются *особая, первая, вторая и третья группы по гражданской обороне*. К особой группе территорий по гражданской обороне относятся территории городов федерального значения – Москвы и Санкт-Петербурга.

Для организаций устанавливаются категории по ГО: *особой важности, первой категории, второй категории*.

Отнесению подлежат организации:

- имеющие мобилизационные задания (заказ);
- и(или) представляющие высокую степень потенциальной опасности возникновения ЧС в военное и мирное время;
- и(или) являющиеся уникальными культурными ценностями.

Важнейшей государственной задачей ГО является рассредоточенное размещение ОЭ по территории страны (субъекта Российской Федерации). При строительстве новых объектов необходимо учитывать зоны возможных разрушений, предусмотренные нормами проектирования ИТМ ГО. В соответствии с этим документом, вся территория, на которой могут возникнуть разрушения зданий, сооружений, поражение людей от воздействия ядерного оружия, делится на две зоны:

- зону возможных сильных разрушений с избыточным давлением на внешней границе 30 кПа;
- зону возможных слабых разрушений с избыточным давлением на внешней её границе 10 кПа.

Для рассредоточения ОЭ необходимо размещать:

а) за границей зоны возможных слабых разрушений: объекты особой важности; новые категорированные объекты; государственные склады, базы; сортировочные станции; дома отдыха, туристические базы; важные сооружения связи; перегонные станции; холодильники государственного значения; все объекты по переработке горюче-смазочных материалов;

б) за границей зоны возможных сильных разрушений: некатегорированные промышленные предприятия; продовольственные и промышленные склады областного и городского подчинения; городские больницы; железнодорожные станции; насосные станции, резервуары с запасом воды; понизительные электрические подстанции; высоковольтные линии; трассы магистральных газопроводов, трубопроводов.

Первоначально устойчивость закладывается ещё на стадии проектирования здания, сооружения, промышленной установки, технологической линии. («Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и

составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» СНиП-11-01-95).

Однако с течением времени та устойчивость, которая была заложена в проект и воплощена при строительстве, начинает переставать соответствовать новым условиям. С течением времени здания, сооружения, оборудование стареют, к тому же, время от времени изменяются технологии, осваивается выпуск другой продукции, а вероятный противник постоянно работает над созданием всё более эффективных средств вооружённой борьбы.

Поэтому возникает необходимость выявления слабых мест, которые появились в устойчивости с течением времени. Именно для этого и проводится исследование устойчивости. Делать это рекомендуется (Постановление СМ РСФСР № 249-13 от 7.05.81 г. «О проведении научно-исследовательских работ по повышению устойчивости функционирования») не реже одного раза в пять лет.

Главная цель исследований заключается в выявлении слабых мест во всех системах и звеньях, определяющих живучесть ОЭ при ЧС мирного и военного времени, и разработке мероприятий по повышению устойчивости функционирования.

Работу эту организует руководитель предприятия, а руководит исследованиями главный инженер, с привлечением, если необходимо, научно-исследовательских и проектных организаций.

Задание 2.4.1. Оценка устойчивости функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях.

Объект экономики отнесён ко второй категории по ГО. В военное время завод переходит на выпуск продукции для военных целей. Расположен на восточной окраине в 4,5 км от центра города. Площадь, занимаемая объектом, составляет 19,76 га, из которых под застройкой – 11,31 га; под проездами – 3,6 га; свободная территория – 4,85 га.

По конструктивной прочности все сооружения объекта можно разделить на три группы:

1. Сооружения 2, 7, 8, 10, 11, 16, 17, 19, 21, построенные до 1960 г. Здания бескаркасной конструкции, перекрытия из ж/б плит, предел огнестойкости стен – 2,0 ч, перекрытия – 0,75 ч. Кровля мягкая (толь), двери и оконные рамы деревянные, окрашенные в тёмный цвет.

2. Сооружения 1, 4, 5, 13, 14, 18, 20, построенные до 1975 г.. Массивные здания с металлическим каркасом, перекрытия – ж/б плиты. Предел огнестойкости стен – 2,5 ч., перекрытия – 1 ч. Кровля мягкая (толь, рубероид). Двери и оконные рамы металлические.

3. Сооружения 3, 6, 9, 12, 15, 22, 23, 24, построенные до 1991 г. Бетонные здания, перекрытия – ж/б плиты. Предел огнестойкости несущих стен – 3,0 ч, перекрытия – 1,5 ч. Двери, оконные рамы и кровля – металлические.

Краткий перечень подразделений завода

Гараж (1) – 130 грузовых, 25 легковых автомобилей, 10 автобусов, 10 тракторов и 25 единиц дорожно-строительной техники.

Специализированное конструкторское бюро (2) – компьютеры, подключённые к внешним информационным сетям.

Заводуправление (3) – компьютеры, каналы связи (радиорелейная, телефонно-телеграфная, телетайп), антенные устройства.

Пожарное депо (5) – 12 единиц пожарной техники, каналы связи (радиорелейная, телефонная), антенна.

Прессовый цех (6) – прессы с приборами управления и контроля состояния аппаратуры, гибкие шланги для транспортировки сыпучих материалов.

Термический цех (7) – нагревательные печи с металлической облицовкой.

Окрасочный цех (8) – конвейер с распылительными устройствами, запас лакокрасочных материалов на два дня (до 100 кг).

Сборочный цех (9) – сборочный конвейер, электротельферы, пневматические и электрические гайковёрты, стеллажи, крановое оборудование грузоподъёмностью до 75 т, тяжёлые станки.

Склад готовой продукции (10) – подъёмно-транспортное оборудование грузоподъёмностью до 75 т, подъездные железнодорожные пути, металлические стеллажи. Севернее склада имеется деревянный навес с рубероидной кровлей.

Химическая лаборатория (11) – запас химикатов в пересчёте на хлор до 200 кг, компьютеры.

Литейный цех (12) – электропечи дугового и индукционного нагрева, вагранки, электротельферы, лёгкие станки.

Механический цех (13) – уникальные и ценные прецизионные станки, станки с программным управлением, рейные лёгкие токарные станки, крановое оборудование грузоподъёмностью 40 т, электродвигатели мощностью до 10 кВт.

Столярный цех (14) – лесопильные и деревообрабатывающие тяжёлые и лёгкие станки. Общее количество древесины в цехе – до 80 м³. Юго-восточнее цеха расположен склад отходов древесины с ежедневным их вывозом за пределы объекта (не должно быть более 50 м³ отходов древесины).

Кузнечный цех (15) – кузнечно-прессовое оборудование, ковочные машины, молоты, тяжёлые станки, приборы управления и контроля.

Сварочный цех (16) – сварочные автоматы, трансформатор мощностью 100 кВт, лёгкие станки.

Ремонтный цех (17) – электротельферы, подъёмно-транспортное оборудование до 75 т; гайковёрты, станки с программным управлением и лёгкие, электродвигатели мощностью до 10 кВт.

Инструментальный цех (18) – уникальные прецизионные станки, станки с программным управлением.

Склад металла ОЭ (19) – подъёмно-транспортное оборудование грузоподъёмностью 40 т, металлические стеллажи.

Котельная (20) – паровые котлы с приборами контроля, насосы, газовое оборудование. Рядом находится склад угля (1000 т) и торфа (500 т), а также заглублённая ёмкость с мазутом (62 т).

Цех ширпотреба (21) – конвейер, электротельферы, средние станки.

Электростанция (23) – высокооборотный дизель с электрогенератором 2000 кВт (три комплекта), всего до 6000 кВт, что обеспечивает 30% потребности завода в электроэнергии.

Понижающая подстанция (24) – трансформаторы, распределительные щиты с приборами контроля.

Склад ГСМ (25) – четыре ёмкости с бензином по 20 т. Три из них заглублены и одна (в центре склада) обвалована.

Характеристика коммунально-энергетических сетей.

Трубы водопровода и газопровода стальные, проложены на глубине 2 м и подключены к городским сетям диаметром 200 мм.

Теплопроводы проложены в тоннелях из железобетонных плит толщиной 15 см в заглублённом исполнении от котельной ко всем потребителям (цехам).

Канализационная сеть проложена железобетонными трубами диаметром 50 см. Коллектор диаметром 100 см проложен по восточному проезду ОЭ.

Электрокабель от понижающей трансформаторной подстанции к цеховым трансформаторам проложен на глубине 80 см.

Телефонная сеть систем управления, оповещения и связи от пункта управления проложена на глубине 75 см в асбоцементных трубах.

Исходные данные для расчётов по оценке устойчивости ОЭ и его элементов:

– метеоусловия: ясно, видимость 50 км; средняя скорость ветра 50 км/ч; ветер западный (азимут 270°);

– низкий воздушный ядерный взрыв мощностью 1 Мт наносится по центру города.

1. Изучить характеристику элемента (цеха) ОЭ. В целях упрощения для расчётов использовать следующие данные: характеристику здания, 1–2 вида оборудования, 2–3 вида КЭС.

2. Оценить устойчивость каждого выбранного (*i*-го) элемента цеха в пункте 1 к воздействию ударной воздушной волны (УВВ):

– найти $\Delta P_{\text{фmax}}$;

– выписать $\Delta P_{\text{фlim}}$. За предел устойчивости принять нижнее значение $\Delta P_{\text{ф}}$ для средних разрушений;

- сравнить полученные данные с $\Delta P_{\text{фмакс}}$;
- сделать выводы (отвечает требованиям устойчивости или нет, что необходимо предпринять по повышению устойчивости к воздействию УВВ. Например, необходимо повысить предел устойчивости здания устройством контрфорсов, подкосов, дополнительных рамных конструкций и т.д.).

3. Оценить устойчивость здания цеха к воздействию светового излучения (СИ):

- найти $U_{\text{симакс}}$;
- оценить возгораемость материалов внешних поверхностей здания цеха;
- оценить степень огнестойкости здания;
- оценить категорию пожарной опасности производства данного цеха и возможность возникновения пожара;

- сделать выводы (возможность возникновения пожара и превращения его в сплошной пожар, что необходимо выполнить по повышению пожароустойчивости цеха. Например, необходимо повысить предел устойчивости цеха до 1200 кДж/м^2 , проведя следующие мероприятия: заменить кровлю цеха на асбоцементную; деревянные рамы и переплёты – на металлические; обить двери кровельным железом по асбестовой прокладке; провести в цехе профилактические противопожарные мероприятия).

4. Определить режим радиационной защиты работающего цеха в условиях радиоактивного заражения ОЭ, если через N часов (номер цеха) после взрыва уровень радиации равен $(N + 10)$ рад/ч:

- рассчитать $K_{\text{осл}}$ здания (толщину перекрытия, l , принять равной 40 см;

- определить $P_N = N + 25, \text{ рад/ч}$;

- определить $P_1 = P_N/K_i$;

- по справочной таблице (выдаётся преподавателем) для полученного P_1 и $K_{\text{осл}}$ защитного сооружения цеха (принять равным 1000 и более, т.е. K_4) определить режим защиты персонала цеха;

- по характеристике режима описать организацию производственной деятельности персонала.

2.4.2. Защита населения от чрезвычайных ситуаций

Защита населения в ЧС включает совокупность взаимосвязанных по времени, ресурсам и месту проведения мероприятий РСЧС, направленных на предотвращение или предельное снижение потерь населения и угрозы его жизни и здоровью от поражающих факторов и воздействия источников ЧС (ГОСТ Р 22.0.02–94).

Правовой основой защиты населения и территорий от ЧС является Федеральный закон Российской Федерации 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера». Этой же задаче служит Федеральная целевая программа «Снижение рис-

ков и смягчение последствий ЧС природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 г.».

Защита населения осуществляется проведением комплекса мероприятий, который можно условно разделить на три группы:

- 1) предупредительные мероприятия;
- 2) защитные мероприятия;
- 3) аварийно-восстановительные мероприятия (работы).

А. К предупредительным относятся мероприятия, проводимые заблаговременно:

- предотвращение чрезвычайных ситуаций;
- планирование защиты ОЭ и населения от ЧС;
- создание фондов средств защиты, разведки, профилактики и обеззараживания;
- обучение (подготовка) населения мерам защиты от ЧС;
- подготовка сил и средств для ликвидации последствий ЧС.

Предотвращение чрезвычайных ситуаций включает: *наблюдение и контроль* над состоянием окружающей природной среды и потенциально опасных объектов, *прогнозирование и профилактику* возникновения источников чрезвычайной ситуации, а также *подготовку* к чрезвычайным ситуациям.

Создание фондов средств защиты, разведки, профилактики и обеззараживания осуществляется в мирное время путём закладки его в мобилизационный резерв Российской Федерации, передаваемый на хранение органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации и создания запасов на предприятиях, в организациях и учреждениях (независимо от форм собственности).

Подготовка населения в области защиты от ЧС организуется в соответствии с положениями постановлений правительства Российской Федерации от 4.09.03 г. № 547 «О подготовке населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера» и от 02.11.2000 г. № 841 «Об организации обучения населения в области ГО».

Лица, подлежащие обучению, подразделяются на следующие группы:

а) руководители организаций (форма обучения – самостоятельная подготовка, переподготовка и повышение квалификации в учебных заведениях МЧС, учебно-методических центрах (УМЦ) субъектов Российской Федерации и на муниципальных курсах ГО ЧС, участие в учениях и тренировках по ГО);

б) личный состав НАСФ ГО;

в) работающее население, не входящее в состав формирований (формы обучения – проведение занятий по месту работы, участие в тренировках и учениях по ГО, индивидуальная подготовка);

г) неработающее население (по месту жительства: посещение мероприятий по тематике ГО, участие в учениях по ГО, чтение (просмотр) информации СМИ).

К проведению занятий привлекаются наиболее квалифицированные и подготовленные работники из числа руководящего состава, прошедшие обучение на курсах ГО ЧС в качестве руководителей занятий.

Рабочие и служащие предприятия обучаются классно-групповым способом с преимущественной практической отработкой действий в ЧС мирного и военного времени, с проведением тренировок по сигналу «Внимание всем!», тренировок по эвакуации на случай производственных аварий, действий по безаварийной остановке производства, оказанию само- и взаимопомощи при ранениях, травмах, поражениях отравляющими и радиоактивными веществами.

Занятия и тактико-специальные учения с личным составом формирований проводятся в рабочее время, занятия с рабочими и служащими – как в рабочее, так и в нерабочее время, тренировки по действиям в ЧС – в рабочее время.

Б. К защитным мероприятиям относятся:

- оповещение населения об опасности, его информирование о порядке действия в сложившихся чрезвычайных условиях;
- эвакуационные мероприятия;
- меры по инженерной защите населения;
- меры радиационной, химической и медико-биологической защиты.

Оповещение населения об опасности, его информирование о порядке действия в сложившихся чрезвычайных условиях. В системе ГО ЧС порядок оповещения населения предусматривает сначала, при любом характере опасности, включение электрических сирен, прерывистый (завывающий) звук которых означает единый сигнал опасности «**Внимание всем!**». Услышав этот звук (сигнал), люди должны немедленно включить имеющиеся у них средства приёма речевой информации – радиоточки, радиоприёмники и телевизоры, чтобы прослушать информационные сообщения о характере и масштабах угрозы, а также рекомендации наиболее рационального способа своего поведения в создавшихся условиях.

Эвакуация и рассредоточение в военное время является основным способом защиты населения (Постановление Правительства Российской Федерации от 22.06.2004 года № 303 « Об эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы»).

Эвакуация в военное время производится из:

- категорированных городов;
- населённых пунктов, имеющих ОЭ особой важности или железнодорожных станций первой категории;
- из населённых пунктов, попадающих в зоны возможных катастрофических затоплений с добеганием волны прорыва до населённого

пункта в течение 4 ч (из этих населённых пунктов эвакуация планируется и проводится заблаговременно, до нанесения противником удара по гидросооружениям);

– из 30 км зоны вокруг АЭС.

Эвакуация населения в военное время – это комплекс мероприятий по организованному вывозу всеми видами имеющегося транспорта и выводу пешим порядком населения категорированных городов и размещение его в загородной зоне.

Загородная зона – это территория в пределах административных границ субъектов Российской Федерации, расположенная вне зон возможных разрушений, возможного опасного радиоактивного загрязнения, возможного опасного химического заражения, возможного катастрофического затопления, вне приграничных районов, заблаговременно подготовленная для размещения эвакуируемого населения по условиям его первоочередного жизнеобеспечения.

Зоны возможных опасностей определяются по СНиП 2.01.51–90.

Эвакуации подлежат рабочие и служащие объектов экономики с неработающими членами семей, деятельность которых в соответствии с мобилизационными планами не прекращается в военное время и может быть продолжена на новой базе, соответствующей их производственному профилю и расположенной в загородной зоне.

Расседоточение – это комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) из категорированных городов и размещение в загородной зоне для проживания и отдыха рабочих и служащих объектов экономики, производственная деятельность которых в военное время будет продолжаться в этих городах.

Инженерная защита населения включает в себя комплекс мероприятий по накоплению фонда защитных сооружений гражданской обороны (ЗС ГО), их содержанию и приведению в готовность для укрытия людей в ЧС.

ЗС ГО подразделяются: *убежища*, в том числе быстровозводимые (БВУ); *укрытия*, в том числе *противорадиационные* (ПРУ); *укрытия простейшего типа* (щели, траншеи, приспособленные помещения, подземные переходы, горные выработки).

Степень защиты, конструктивно-планировочные решения, требования к системам жизнеобеспечения защитных сооружений и их использование в мирное время определяются нормами проектирования инженерно-технических мероприятий гражданской обороны (ИТМ ГО) – СНиП 2.01.51–90, строительными нормами и правилами СНиП II-11–77* и другими нормативными документами по проектированию жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданий и сооружений.

Радиационная защита – это комплекс мер, направленных на ослабление или исключение воздействия ионизирующего излучения на население.

ние, персонал, радиационно опасных объектов, а также на предохранение природных и техногенных объектов от загрязнения радиоактивными веществами и удаление этих загрязнений (дезактивацию).

К числу основных мероприятий, способов и средств, обеспечивающих защиту населения от радиационного воздействия при радиационной аварии, относятся:

- обнаружение факта радиационной аварии и оповещение о ней;
- выявление радиационной обстановки в районе аварии;
- организация радиационного контроля;
- установление и поддержание режима радиационной безопасности;
- проведение, при необходимости, на ранней стадии аварии йодной профилактики населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий аварии;
- обеспечение населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий аварии необходимыми средствами индивидуальной защиты и использование этих средств;
- укрытие населения, оказавшегося в зоне аварии, в убежищах и противорадиационных укрытиях, обеспечивающих снижение уровня внешнего облучения, а при возможности и защиту органов дыхания от проникновения в них радионуклидов, оказавшихся в атмосферном воздухе;
- санитарная обработка населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий аварии;
- дезактивация аварийного объекта, объектов производственного, социального, жилого назначения, территории, сельскохозяйственных угодий, транспорта, других технических средств, средств защиты, одежды, имущества, продовольствия и воды;
- эвакуация или отселение граждан из зон, в которых уровень загрязнения или дозы облучения превышают допустимые для проживания населения.

Химическая защита представляет собой комплекс мероприятий, направленных на исключение или ослабление воздействия аварийно-химически опасных веществ на население и персонал химически опасных объектов, уменьшение масштабов последствий химических аварий.

Основными мероприятиями химической защиты, осуществляемыми в случае возникновения химической аварии, являются:

- обнаружение факта химической аварии и оповещение о ней;
- выявление химической обстановки в зоне химической аварии;
- соблюдение режимов поведения на территории, заражённой АХОВ, и правил химической безопасности;
- обеспечение населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий химической аварии средствами индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, применение этих средств;

- эвакуация населения, при необходимости, из зоны аварии и зон возможного химического заражения;
- укрытие населения и персонала в убежищах, обеспечивающих защиту от АХОВ;
- оперативное применение антидотов и средств обработки кожных покровов;
- санитарная обработка населения, персонала аварийного объекта, участников ликвидации последствий аварии;
- дегазация аварийного объекта, объектов производственного, социального, жилого назначения, территории, технических средств, средств защиты, одежды и другого имущества.

Медицинская защита населения – это комплекс организационных, лечебно-профилактических, санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий, направленных на предотвращение или ослабление поражающего воздействия источников ЧС на людей, оказание пострадавшим медицинской помощи, а также на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия в районах ЧС и в местах размещения эвакуированного населения.

В зоне ЧС поражённым оказывается: первая медицинская помощь; доврачебная помощь; первая врачебная помощь.

В лечебных учреждениях поражённым оказывается: квалифицированная медицинская помощь; специализированная медицинская помощь.

Медицинские средства индивидуальной защиты предназначены для оказания первой помощи и самопомощи в случае ЧС и для профилактики поражений и заболеваний. К ним относятся: аптечка индивидуальная (АИ-2,4), индивидуальный противохимический пакет (ИПП-8,10), пакет перевязочный индивидуальный (ППИ-1, АВ-3).

В. Ликвидация последствий ЧС предусматривает прежде всего проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, направленных на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение ущерба материального и ОПС, а также локализацию зон ЧС, прекращение действия характерных для них поражающих факторов.

Обязанность по организации и проведению АСДНР возложена соответствующими Федеральными законами и постановлениями правительства на руководящий состав ОЭ, на территориях которых возникла ЧС. От его умелых, быстрых и чётких действий будет зависеть жизнь и здоровье людей, размеры ущерба и сроки выполнения работ по ликвидации ЧС.

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы проводятся одновременно, но имеют различное содержание.

Аварийно-спасательные работы имеют целью розыск и деблокирование пострадавших, оказание им первой медицинской помощи и эвакуация из опасной зоны. АСР в очагах поражения включают:

- разведку маршрутов движения и участков работ;

- локализацию и тушение пожаров на маршрутах движения и участках работ;
- подавление или доведение до минимально возможного уровня возникших в результате ЧС вредных и опасных факторов, препятствующих ведению спасательных работ;
- розыск поражённых и извлечение их из повреждённых и горящих зданий, загазованных, затопленных и задымлённых помещений, завалов;
- вскрытие разрушенных, повреждённых и заваленных ЗС и спасение находящихся в них людей;
- подачу воздуха в заваленные ЗС с повреждённой фильтро-вентиляционной системой;
- оказание первой медицинской и врачебной помощи пострадавшим и эвакуацию их в лечебные учреждения;
- вывоз (вывод) населения из опасных мест в безопасные районы;
- санитарную обработку людей, ветеринарную обработку сельскохозяйственных животных, дезактивацию и дегазацию техники, средств защиты и одежды, обеззараживание территорий и сооружений, продовольствия, воды и т.д.

Другие неотложные работы (ДНР) – это деятельность по всестороннему обеспечению аварийно-спасательных работ, оказанию населению, пострадавшему в ЧС, медицинской и других видов помощи, созданию условий, минимально необходимых для сохранения жизни и здоровья людей, поддержания их работоспособности. ДНР в очагах поражения включают:

- прокладывание колонных путей и устройство проходов в завалах и на заражённых участках;
- локализацию аварий на газовых, энергетических, водопроводных, канализационных и технологических сетях в целях создания условий для проведения спасательных работ;
- укрепление или обрушение конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом или препятствующих безопасному проведению спасательных работ;
- ремонт и восстановление повреждённых и разрушенных линий связи и коммунально-энергетических сетей в целях обеспечения спасательных работ;
- обнаружение, обезвреживание и уничтожение неразорвавшихся боеприпасов в обычном снаряжении и других взрывоопасных предметов;
- ремонт и восстановление повреждённых защитных сооружений;
- санитарная очистка территории в зоне ЧС;
- сбор материальных ценностей;
- создание условий, минимально необходимых для сохранения жизни и здоровья людей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В течение многих столетий люди совершенствовали технику, чтобы обезопасить себя от естественных опасностей, а в результате пришли к наивысшим техногенным опасностям, связанным с производством и использованием техники и технологий, в том числе и в военных целях.

Активная техногенная деятельность человека за весь период его существования привела к глобальным изменениям в окружающей человека среде обитания. В результате, начиная с XX в., во многих регионах нашей планеты разрушена биосфера и создан новый тип среды обитания – техносфера. Техносферу определяют как район биосферы, в прошлом преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств с целью наилучшего соответствия людским социально-экономическим потребностям. При этом практически неизбежно происходит загрязнение природной среды (загрязнение окружающей среды) – привнесение в среду или возникновение в ней новых, не характерных для неё физических, химических или биологических агентов, или превышение естественного среднего многолетнего уровня концентрации тех же агентов в рассматриваемый период. Загрязнение приводит к ухудшению качества среды. Качество среды – мера соответствия природных условий потребностям живых организмов. Показатели качества среды могут включать природные факторы (температура, освещённость и др.) и антропогенные факторы (ингредиентное загрязнение, тепловое загрязнение, уровень радиации и др.).

В связи с ростом опасностей техносферы и негативных последствий воздействий природных опасностей, возникла необходимость проведения научного анализа и синтеза мира опасностей – ноксосферы, действующих в условиях техносферы и биосферы и ставших предметом изучения науки – ноксологии. Ноксология – учение об опасностях и минимизации негативных воздействий на человечество и природу.

Основные направления деятельности в области ноксологии:

- идентификация опасностей, создаваемых техногенными объектами и природной средой, и определение зон их действия;
- установление допустимых значений величины потоков, исходящих от источников опасностей, разработка и применение эффективных средств и методов защиты от опасностей;
- контроль (мониторинг) опасностей и управление безопасностью техносферы;

- разработка и реализация мер по ликвидации последствий воздействия опасностей;
- обучение населения основам безопасного образа жизни и подготовка специалистов по безопасности жизнедеятельности.

Значительную роль в рациональном использовании личных и коллективных мер защиты, в создании качественной среды обитания играет уровень владения каждым человеком знаниями об опасностях окружающего мира и способах защиты от них, что и составляет основу понятия «культура безопасности».

Таким образом, становится очевидной необходимость формирования нокологической компетентности современного специалиста, включающей мотивационно-целевой, содержательно-организационный и оценочно-результативный компоненты, понимание необходимости превентивности обеспечения безопасности на всех уровнях, системность знаний в области теоретических основ опасностей и теоретических основ обеспечения безопасности, готовность к практическому применению полученных знаний в учебной и профессиональной деятельности, готовность и способность к самостоятельному, творческому решению поставленных профессиональных и жизненных задач.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Негативные факторы в системе «человек–среда обитания»	4
1.1. Электромагнитное поле	4
1.2. Электрический ток	13
1.3. Сосуды, работающие под давлением	33
1.4. Пожарная безопасность	45
2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	51
2.1. Поражающие факторы источников чрезвычайных ситуаций	53
2.2. Чрезвычайные ситуации природного характера	63
2.3. Чрезвычайные ситуации техногенного характера	67
2.4. Основы гражданской обороны и защиты населения от чрезвычайных ситуаций	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	90

Учебное издание

ДМИТРИЕВ Вячеслав Михайлович,
ЕГОРОВ Василий Фёдорович,
СЕРГЕЕВА Елена Анатольевна,
ХАРКЕВИЧ Лев Антонович,
УСОВ Алексей Анатольевич

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БЕЗОПАСНОСТИ В КВАЛИФИКАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РАБОТАХ

Часть 3

Учебное пособие

Редактор И.В. К а л и с т р а т о в а
Инженер по компьютерному макетированию М.А. Ф и л а т о в а

Подписано в печать 14.03.2012
Формат 60 × 84/16. 5,34 усл. печ. л. Тираж 150 экз. Заказ № 87

Издательско-полиграфический центр ФГБОУ ВПО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14