



Уральский
федеральный
университет

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

Институт
фундаментального
образования

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Учебное пособие



Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом
Уральского федерального университета
для студентов вуза, обучающихся
по направлению подготовки
20.03.01 — Техносферная безопасность

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2017

УДК 614.8(075.8)

ББК 68.9я73

Б40

Авторы: А.А. Волкова (гл. 2, 5, 7), Э.П. Галембо (гл. 5, 6, 7), В.Г. Шишкунов (гл. 3, 6), А.О. Хоменко (гл. 1, 8), Г.В. Тягунов (гл. 4, 7), Е.Е. Барышев (гл. 7)

Рецензенты: доктор экономических наук *В.П. Ануфриев*, генеральный директор Урал. центра энергосбережения и экономики; кандидат экономических наук *С.М. Ильин*, директор УрМФ ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда России

На обложке использованы изображения из личного архива авторов

Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / Б40 А.А. Волкова [и др.]. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 215,[1] с.

ISBN 978-5-7996-2041-7

Рассмотрены основные положения действующего законодательства РФ по вопросам ЧС, классификация чрезвычайных ситуаций, методы предупреждения, снижения вероятности возникновения и уменьшения масштаба последствий ЧС природного и техногенного характера.

Предназначено для студентов всех форм обучения.

Библиогр.: 12 назв. Рис. 23. Табл. 14.

УДК 614.8(075.8)

ББК 68.9я73

ISBN 978-5-7996-2041-7

© Уральский федеральный университет, 2017

1. Общие сведения о чрезвычайных ситуациях

Чрезмерная концентрация промышленности во многих регионах страны, усложнение технологических процессов с использованием значительного количества взрыво-, пожаро-, радиационно- и химически опасных веществ, износ промышленного оборудования, несоблюдение элементарных мер безопасности приводят к росту количества аварий и катастроф техногенного характера. Значительный ущерб наносят стихийные бедствия. В результате всего этого увеличивается количество человеческих жертв и возрастает материальный ущерб.

Решение проблем защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, уменьшение их последствий возможно только путем проведения комплекса определенных мероприятий, в том числе повышения готовности населения к действиям в чрезвычайных ситуациях [1].

В теории БЖД *чрезвычайная ситуация (ЧС)* — это совокупность событий, результат наступления которых характеризуется одним или несколькими из следующих признаков [2]:

- а) опасность для жизни и здоровья значительного числа людей;
- б) существенное нарушение экологического равновесия в районе чрезвычайной ситуации;
- в) выход из строя систем жизнеобеспечения и управления, полное или частичное прекращение хозяйственной деятельности;

- г) значительный материальный и экономический ущерб;
- д) необходимость привлечения больших, как правило, внешних по отношению к району ЧС, сил и средств для спасения людей и ликвидации последствий;
- е) психологический дискомфорт для больших групп людей.

Характерно, что ЧС возникает внешне неожиданно, внезапно.

Усложнение технологий привело к невозможности предусмотреть все опасные аспекты производства, их взаимное влияние и поведение человека в критической ситуации. Повышается риск техногенных аварий, которые в связи с постоянным ростом масштабов производства стали называть техногенными катастрофами.

Согласно мировой статистике вероятность промышленных аварий и катастроф постоянно растет. Особую опасность представляют крупные техногенные катастрофы и аварии, сопровождающиеся гибелью людей и наносящие значительный урон экономике целых стран. Особенно опасными бывают сочетания природных катаклизмов и сопровождающих их техногенных аварий. Это приводит к развитию чрезвычайных ситуаций.

Прогноз МЧС РФ показывает, что на территории России в ближайшем будущем возможно значительное количество чрезвычайных ситуаций техногенного характера: пожары, взрывы на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях, выбросы АХОВ, аварии на коммунальных и энергетических сетях, обрушения зданий и сооружений, прорывы плотин водохранилищ и т. п.

Все эти крупные техногенные ЧС (табл. 1) показали их главную особенность: они все носят интернациональный трансграничный характер, затрагивают не одну страну или один регион — последствия аварии ощущают несколько стран. В связи с этим возможны осложнения международной обстановки из-за ущербов как экологического характера, так и прямого материального ущерба сопредельной стране.

Таблица 1

Крупнейшие техногенные катастрофы XX и XXI вв.

Год	Место	Что произошло	Последствия
1976	г. Севезо, Италия	Выброс в атмосферу облака диоксина	Пострадали от отравления диоксином около 1000 человек. Эвакуация населения из 18 км зоны заражения. Массовая гибель животных, птиц. Резкий рост заболеваемости раком
1984	г. Бхопал, Индия	Разрушение аварийного клапана и выброс 42 тонн метилизоцианата	Погибли около 18 000 человек, получили отравления разной степени тяжести около 200 000 человек. Рост числа раковых заболеваний и генетических отклонений
1986	г. Припять, Украина	Авария на Чернобыльской АЭС	Погибли от лучевой болезни несколько сотен человек, получили лучевое поражение несколько тысяч человек, заражено радиоактивными веществами более 5 млн га земли. Переселены из зоны заражения более 130 000 человек. Рост числа раковых заболеваний в регионе
2009	г. Саяногорск, Россия	Авария на Саяно-Шушенской ГЭС, срыв крышки турбины, разрушение и затопление машинного зала	Погибли 75 человек, пострадали 85 человек; ущерб более 40 миллиардов руб. Утечка 450 тонн нефтепродуктов в реку вызвала на протяжении 130 км массовую гибель рыбы в Енисее

Окончание табл. 1

Год	Место	Что произошло	Последствия
2010	Мексиканский залив, побережье США и Мексики	Взрыв и пожар на морской буровой платформе BP, подводное фонтанирование нефти 152 дня	Погибли 15 человек; нефтяное пятно на поверхности моря — 75 тыс. км ² , загрязнено нефтью 1100 км побережья, гибель птиц и морской фауны. Осаждение нефтяной пленки коагулянтами привело к нарушению течения холодной части Гольфстрима. Возможно влияние на изменение климата в Европе
2011	г. Фукусима, Япония	Авария на АЭС Фукусима-1	Эвакуированы 200 тыс. человек из 30 км зоны. Смертельные дозы радиации получили несколько сотрудников, тяжелые лучевые поражения и травмы — 30 человек. Радиационное заражение воздуха, побережья и морского шельфа

В декларации Организации Объединенных Наций (ООН) по «Охране окружающей среды» (Стокгольм, 1972) сформулированы принципы, в которых определено, что все виды хозяйственной деятельности в одном государстве не должны вызывать ухудшения природной среды в другом государстве.

Россия принимала активное участие в разработке и принятии Конвенции ООН «О трансграничном воздействии промышленных аварий...». Ратификация данной конвенции обусловила обязательства по разработке и принятию правовых, организационных, технических и экономических мер, направленных на снижение риска возникновения крупных техногенных ЧС при строительстве и эксплуатации опасных производственных объектов.

В биосферу Земли ежегодно поступает огромное количество вредных веществ, в том числе, например, в атмосферу ежегодно выбрасывается более 250 млн тонн пыли, 113 млн тонн серного и сернистого ангидрида, 100 млн тонн нефтепродуктов. В водоемы планеты выбрасывается более 35 км³ неочищенных и слабоочищенных сточных вод промышленных предприятий. Это все является следствием техногенных аварий и катастроф, а также несовершенством существующих технологий, следствием безответственности собственников, руководителей и сотрудников промышленных предприятий.

Не только в России, но и во всем мире количество факторов, губительно влияющих на среду обитания, из года в год растет. По данным Всемирной организации здравоохранения более 600 тыс. химических веществ, используемых и выбрасываемых промышленностью, изучены недостаточно. Для 75 % веществ нет полной информации об их токсичности.

Неблагоприятный прогноз техногенных ЧС обусловлен огромным количеством потенциально опасных производственных объектов, для которых характерна передача оперативного управления от профессионально подготовленных технических служб к обычным финансовым менеджерам, не обладающих профильными техническими знаниями и знаниями в области сложных технологий.

Зачастую решения в области безопасности производства принимают не технические руководители предприятий, а их владельцы, не всегда компетентные в оценке опасности применяемых технологий. Все это приводит к непониманию потенциальной опасности использования неисправного технологического оборудования, которая приводит к систематическому недофинансированию мероприятий по текущему и капитальному ремонту, техническому обслуживанию, сокращению ремонтных бригад и ликвидации резервных запасов, комплектующих и вспомогательного оборудования для предотвращения аварий. Все эти факторы приводят к падению надежности опасного оборудования, его преждевременному и непредсказуемому выходу из строя.

На территории России находятся 213 действующих ядерных установок, 454 пункта хранения ядерных материалов, более 16 тыс. радиационных промышленных источников, более 3500 химически опасных производств, сотни крупных гидротехнических сооружений, более 240 000 км нефте- и газопроводов высокого давления, тысячи потенциально опасных объектов транспортного комплекса.

При нормативном сроке службы нефте- и газопроводов 20 лет 23 % из них имеют срок службы 21–33 года, 21 % — более 33 лет, 14 % требуют срочного капитального ремонта. Трубопроводы горячего водоснабжения и теплоснабжения ЖКХ имеют степень износа более 66 %, доля аварийных трубопроводов составляет 4–5 %.

Недостаточный уровень компетенции характерен при принятии важных политических и технических решений для проектирования, строительства, расширения, реконструкции, консервации и ликвидации опасных производственных объектов. Те же факты наблюдаются при изготовлении, монтаже, наладке, обслуживании и ремонте технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах. Особую опасность вызывает пренебрежение промышленной безопасностью при транспортировке опасных грузов железнодорожным и автомобильным транспортом; халатность и формализм при проведении экспертизы промышленной безопасности [7].

Во 2-й половине XX в. в мире стали понимать необходимость разработки правовых решений, регулирующих промышленную безопасность предприятий и действия при чрезвычайных ситуациях. Наиболее серьезные международные решения в этой области были приняты после крупной техногенной ЧС в итальянском городе Севезо. После выброса диоксида потребовалась эвакуация всего населения города на 16 мес. Погибла природная среда, домашние животные, получили отравления многие жители. По результатам анализа этой аварии страны ЕС приняли документ, названный «Директивой Севезо по предотвращению крупных

промышленных аварий». Данный документ стал фундаментом для современного законодательства по промышленной безопасности и чрезвычайным ситуациям.

В последние 50 лет участились случаи развития техногенных аварий в чрезвычайные ситуации. Это привело к широкому международному обсуждению данной проблемы и принятию ряда международных документов. Так Международная организация труда (МОТ) приняла конвенцию и рекомендации по предупреждению крупных техногенных ЧС. На уровне ООН была принята «Декларация ООН по охране окружающей среды». В нашей стране принято большое количество законодательных и нормативных актов, посвященных проблемам промышленной безопасности, техногенным чрезвычайным ситуациям, снижению риска аварий на опасных производственных объектах.

2. Законодательная и нормативно-техническая основа управления в чрезвычайных ситуациях

2.1. Основные законодательные и подзаконные акты

Правовую основу организации работ в чрезвычайных ситуациях и в ликвидации их последствий составляют законы РФ «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (1994), «О пожарной безопасности» (1994); «Об использовании атомной энергии» (1995); «О радиационной и ядерной безопасности населения» (1996); «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (1998).

Среди подзаконных актов в этой области отметим постановление Правительства РФ «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (2003) и комплекс стандартов РФ «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» (ГОСТ Р БЧС) [3].

2.2. Комплекс государственных стандартов «Безопасность в ЧС»

Основные цели нормативно-технические документов по чрезвычайным ситуациям, объединенных в комплекс стандартов «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» (ГОСТ БЧС), состоят в следующем:

- повышение эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС для обеспечения безопасности населения и объектов экономики в природных, техногенных, социальных и военных ЧС;
- предотвращение или снижение ущерба от ЧС;
- эффективное использование и экономия материальных и трудовых ресурсов при проведении мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС.

В задачи комплекса ГОСТ БЧС входит:

- установление единой терминологии в области обеспечения безопасности в ЧС, классификации ЧС, источников ЧС и поражающих факторов;
- формулировка основных положений по мониторингу, прогнозированию и предотвращению ЧС, по обеспечению безопасности продовольствия, воды, сельскохозяйственных животных и растений, объектов экономики в ЧС, по организации ликвидации ЧС;
- определение уровней поражающих воздействий, степени опасности и источников ЧС;
- установление методов наблюдения, прогнозирования, предупреждения и ликвидации ЧС;
- разработка способов обеспечения безопасности населения и объектов экономики, а также требований к средствам, используемым для этих целей.

Обозначение отдельного стандарта в комплексе состоит из индекса (ГОСТ Р), номера системы по классификатору (ГСС-22),

номера (шифра) группы (табл. 2), порядкового номера стандарта в группе и года утверждения или пересмотра стандарта, например: ГОСТ Р 22.0.01–94 «Безопасность в ЧС. Основные положения».

Стандарты группы 0 устанавливают:

- основные положения (назначение, структуру, классификацию комплекса стандартов);
- основные термины и определения в области обеспечения безопасности в ЧС;
- классификацию ЧС;
- классификацию продукции, процессов, услуг и объектов экономики по степени их опасности;
- номенклатуру и классификацию поражающих факторов и воздействий источников ЧС;
- предельно допустимые уровни (концентрации) поражающих факторов и воздействий источников ЧС;
- основные положения и правила метрологического контроля состояния технических систем в ЧС.

Содержание остальных групп стандартов определяется их кодовым наименованием (см. табл. 2).

Таблица 2

Классификация стандартов, входящих
в комплекс стандартов БЧС

Номер группы	Группа стандартов	Кодовое наименование
0	Основополагающие стандарты	Основные положения
1	Стандарты в области мониторинга и прогнозирования	Мониторинг и прогнозирование
2	Стандарты в области обеспечения безопасности объектов экономики	Безопасность объектов экономики
3	Стандарты в области обеспечения безопасности населения	Безопасность населения

Окончание табл. 2

Номер группы	Группа стандартов	Кодовое наименование
4	Стандарты в области обеспечения безопасности продовольствия, пищевого сырья и кормов	Безопасность продовольствия
5	Стандарты в области обеспечения безопасности сельскохозяйственных животных и растений	Безопасность животных и растений
6	Стандарты в области обеспечения безопасности водоисточников и систем водоснабжения	Безопасность воды
7	Стандарты на средства и способы управления, связи и оповещения	Управление, связь, оповещение
8	Стандарты в области ликвидации чрезвычайных ситуаций	Ликвидация чрезвычайных ситуаций
9	Стандарты в области технического оснащения аварийно-спасательных формирований, средств специальной защиты и экипировки спасателей	Аварийно-спасательные средства
10, 11	Резерв	—

3. Основные понятия и классификация чрезвычайных ситуаций

3.1. Основные понятия и определения

Чрезвычайная ситуация (ЧС) — это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери или нарушения условий жизнедеятельности людей [2].

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.

Катастрофа — крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

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

Стихийное бедствие — катастрофическое природное явление (или процесс), которое может вызвать многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия [2].

Экологическое бедствие (экологическая катастрофа) — чрезвычайное событие особо крупных масштабов, вызванное изменением (под воздействием антропогенных факторов) состояния суши, атмосферы, гидросферы и биосферы и отрицательно повлиявшее на здоровье людей, их духовную сферу, среду обитания, экономику или генофонд. Экологические бедствия часто сопровождаются необратимыми изменениями природной среды.

Всю совокупность возможных ЧС целесообразно разделить на конфликтные и бесконфликтные. К первым относят военные столкновения, экономические кризисы, экстремистскую политическую борьбу, социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты, терроризм, разгул уголовной преступности. Ко вторым относятся ЧС техногенного, природного и экологического характера. Далее будут рассмотрены только бесконфликтные ЧС. Эти события классифицируются по значительному числу признаков, описывающих явления с различных сторон их природы и свойств [4].

3.2. Классификация чрезвычайных ситуаций

Классификация ЧС осуществляется по следующим признакам.

- По причинам возникновения:
 - техногенного (антропогенного) характера;
 - природного характера;
 - экологического характера.

- По масштабу распространения. Во исполнение Федерального закона «О защите населения и территории от ЧС природного и техногенного характера» Правительство РФ издало Постановление № 304 от 21.05.2007 г. «О классификации ЧС природного и техногенного характера». В этом постановлении ЧС классифицируются в зависимости от количества людей, пострадавших в ЧС, или людей, у которых оказались нарушенными условия жизнедеятельности, от размера материального ущерба, а также границ зон распространения поражающих факторов (табл. 3).

Таблица 3

Классификация чрезвычайных ситуаций по масштабу

Характер ЧС	Последствия ЧС		
	Пострадало, чел.	Материальный ущерб, р.	Зона распространения ЧС
Локальный	≤ 10	≤ 100 тыс.	В пределах территории объекта
Муниципальный	≤ 50	≤ 5 млн	В пределах территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения
Межмуниципальный	≤ 50	≤ 5 млн	В пределах территории двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенной территория
Региональный	≤ 500	≤ 500 млн	В пределах территории одного субъекта Российской Федерации
Межрегиональный	≤ 500	≤ 500 млн	В пределах территории двух и более субъектов Российской Федерации
Федеральный	> 500	> 500 млн	Территория федерации

- ЧС локального характера — это событие, в результате которого пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 100 тыс. р. и зона ЧС не выходит за пределы территории производственного объекта. Может быть ликвидирована силами и ресурсами объекта;
- ЧС муниципального характера — это ЧС, зона которой не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн р., а также данная ЧС не может быть отнесена к ЧС локального характера;
- ЧС межмуниципального характера — это ЧС, зона которой затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию, при этом число пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн р.;
- ЧС регионального характера — это ЧС, зона которой не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба превышает 5 млн рублей, но не более 500 млн р.;
- ЧС межрегионального характера — это ЧС, зона которой затрагивает территорию двух и более субъектов РФ, при этом число пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба превышает 5 млн рублей, но не более 500 млн р.;
- ЧС федерального характера — это ЧС, в результате которой количество пострадавших составляет свыше

500 человек либо размер материального ущерба превышает 500 млн р.

- По характеру поражающих факторов или источников опасности:
 - тепловые;
 - химические;
 - радиоактивные;
 - воздействие ударной волны или урагана;
 - гидрологические;
 - биологические.
- По характеру воздействия на основные объекты поражения:
 - разрушение;
 - заражение;
 - затопление;
 - пожары.
- По причинам возникновения аварий:
 - неудачные проектные решения, отступление от проектной документации;
 - недооценка действующей нагрузки (снег, производственная пыль, ветер и т. п.);
 - потеря устойчивости (эксцентриситет при приложении нагрузок, искажение геометрической формы, неправильная установка опор);
 - некачественное изготовление, монтаж конструкции;
 - нарушение правил эксплуатации (нарушение технологических режимов и правил техники безопасности);
 - аварии в результате усталости, вибраций, коррозии;
 - непредвиденные стихийные бедствия (погодные, геофизические и др.).
- По степени внезапности:
 - внезапные (взрывы, транспортные аварии, землетрясения);
 - быстро распространяющиеся (пожары, выбросы аварийно химически опасных веществ (АХОВ), гидродина-

- мические аварии с образованием волн прорыва, сель);
- умеренно распространяющиеся (выброс радиоактивных веществ, аварии на коммунальных системах, извержение вулканов, половодье);
- медленно распространяющиеся (аварии на очистных сооружениях, засуха, эпидемии, экологические отклонения).
- По отраслям народного хозяйства, где могут возникнуть ЧС:
 - на транспорте;
 - в промышленности и энергетике;
 - строительстве;
 - коммунально-жилищной сфере.
- По долговременности и обратимости последствий:
 - кратковременного воздействия (загрязнение участка местности АХОВ, затопление отдельных населенных пунктов в период паводка или интенсивного снеготаяния и т. п.);
 - долговременного воздействия (загрязнение местности радиоактивными веществами; спад уровней радиации до допустимых в среднем происходит через 10 периодов полураспада основных радионуклидов).

Для практических нужд общую классификацию ЧС, используемую в единой системе предупреждения и действий в ЧС, строят по группам, типам и видам; при этом их кодируют следующим образом:

- группы (ЧС техногенного характера, ЧС природного характера, ЧС экологического характера) кодируют однопозиционными номерами;
- типы ЧС (транспортные аварии, пожары, аварии с выбросами химически опасных веществ, геофизические опасные явления, ЧС, связанные с изменением суши ...) кодируют двухпозиционными цифрами;

- виды ЧС (аварии товарных поездов, аварии на автодорогах, землетрясения, лесные пожары, загрязнения тяжелыми металлами, радионуклидами и другими вредными веществами) кодируют трехпозиционными номерами.

Примеры кодирования чрезвычайных ситуаций приведены ниже.

Пример 1. Произошла чрезвычайная ситуация 1.4.1, что означает:

1 — чрезвычайная ситуация техногенного характера;

4 — авария с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ (РВ);

1 — авария на атомных станциях, атомных энергетических установках с выбросом (угрозой выброса) РВ.

Пример 2. Произошла чрезвычайная ситуация 2.3.2, что означает:

2 (группа ЧС) — чрезвычайные ситуации природного характера;

3 (тип ЧС) — метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

2 (вид ЧС) — ураганы (12–15 баллов).

Пример 3. Произошла чрезвычайная ситуация 3.1.2, что означает:

3 — ЧС экологического характера;

1 — ЧС, связанные с изменением состояния суши (почвы, недр);

2 — наличие тяжелых металлов (в т. ч. радионуклидов и других вредных веществ в почве (грунте) сверх предельно допустимых концентраций).

4. Причины аварий и катастроф на объектах экономики, их прогнозирование

Аварии и катастрофы на различных объектах экономики могут возникнуть из-за множества различных причин; некоторые из них специфичны для данной отрасли экономики, а другие являются общими для всех объектов. Наиболее характерные из них перечислены в предыдущем разделе (неудачные проектные решения, недооценка действующих нагрузок, некачественное изготовление, монтаж конструкций, непредвиденные стихийные бедствия и т. п.).

4.1. Фазы развития крупных аварий

В каждой аварийной ситуации можно выделить три фазы, различные по своим масштабам:

1) фаза А — период возникновения аварийной ситуации в пределах одного технологического блока (участка, процесса); могут наблюдаться опасные отклонения параметров от регламентированных значений, которые могут повлечь за собой незначительные взрывные процессы в аппаратуре, небольшие локальные механические нарушения герметичности технологического участка без угрозы цепного развития аварий;

2) фаза Б — угроза цепного развития аварии с выходом за пределы локального участка, технологического блока в результате обширного раскрытия технологической системы и возможность вовлечения в аварийный процесс всего технологического объекта (цеха, установки, производства). На этой стадии для ликвидации аварийной обстановки и защиты персонала от поражения привлекаются специализированные формирования (противопожарные, газоспасательные, медицинские и др.);

3) фаза В — цепное развитие аварии на уровне технологических объектов с возможным разрушением зданий и сооружений с большими запасами энергоносителей и токсичных продуктов, расположенных на территории предприятия; существенные масштабы поражения возможны на всей территории предприятия и за ее пределами. Для ликвидации аварии в этой фазе и ограничения тяжести ее последствий должны вводиться силы и средства службы региональных и местных органов Министерства по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям.

Для прогнозирования возможности возникновения крупных аварий, предсказания сценария развития последствий возможной аварии, а также для построения их типовых моделей в последовательности развития ЧС условно выделяют пять типовых фаз:

1-я фаза — накопление отклонений от нормального состояния или процессов;

2-я фаза — инициирование ЧС (аварии или стихийного бедствия), причем под данным событием можно понимать событие техногенного, антропогенного или природного происхождения. В случае угрозы аварии на производстве предприятие или его часть переходит в нестабильное состояние, когда появляется фактор неустойчивости. Этот период можно назвать «аварийной ситуацией»: авария еще не произошла, но ее предпосылки налицо. В такой период в ряде случаев еще может существовать реальная возможность либо ее предотвратить, либо существенно уменьшить ее последствия;

3-я фаза — процесс ЧС (аварии или стихийного бедствия), время, когда на людей, объекты и природную среду оказывает воздействие первичных поражающих факторов. Это является следствием развития 2-й фазы. В данный период происходит высвобождение энергии и вещества, которое может носить разрушительный характер. При этом масштабы последствий и характер протекания аварии в значительной степени определяются не начальным событием, а структурой предприятия и используемой на нем технологией. Эта особенность затрудняет прогнозирование развития наступившего бедствия;

4-я фаза — выход аварии за пределы территории предприятия и действие вторичных и остаточных факторов поражения;

5-я фаза — ликвидация последствий ЧС, устранение результатов действия опасных факторов, порожденных аварией или стихийным бедствием; проведение спасательных работ в очаге аварии или в районе стихийного бедствия и в примыкающих к объекту пострадавших зонах. Эта фаза может по времени начинаться еще до завершения третьей фазы и совмещаться с четвертой.

В процессе развития ЧС на ее третьей фазе образуется очаг поражения.

4.2. Очаги поражения при чрезвычайных ситуациях

Очаг поражения — ограниченная территория, в пределах которой под воздействием поражающих факторов ЧС произошли массовая гибель или поражение людей различной степени тяжести, уничтожение сельскохозяйственных животных и растений, значительные разрушения или повреждения зданий, сооружений, технологического оборудования, нанесен ущерб окружающей природной среде.

Очаги поражения могут быть простыми (при воздействии одного поражающего фактора) и комбинированными (при воз-

действии двух и более поражающих факторов), они могут иметь на местности различные очертания.

Для оценки ущерба, причиненного объекту, установлены следующие степени разрушения зданий, сооружений, технологического оборудования:

- полное разрушение —
 - зданий и сооружений — обрушение сооружения, в пределах периметра здания образуется сплошной завал, здание не подлежит ремонту, подвальные и цокольные этажи разрушены;
 - технологического оборудования — приходит в полную негодность. Ущерб от разрушения составляет 90–100 % балансовой стоимости объекта;
- сильное разрушение —
 - зданий и сооружений — разрушение части стен и перекрытий нижних этажей и подвалов, в результате чего повторное использование помещений невозможно или нецелесообразно;
 - технологического оборудования — смещение с фундаментов, деформация станин, трещины в деталях, изгиб валов и осей, повреждение электропроводки, ремонт и восстановление, как правило, нецелесообразны. Ущерб составляет 50–90 %;
- среднее разрушение —
 - зданий и сооружений — разрушение внутренних перегородок, дверей, окон и перекрытий, появление трещин в стенах и в оборудовании чердачных перекрытий, подвалы сохраняются, восстановление возможно в порядке проведения капитального ремонта;
 - технологического оборудования — повреждение и деформация основных деталей, повреждение электропроводки, приборов автоматики, использование оборудования возможно после капитального ремонта. Ущерб составляет 30–50 %;

- слабое разрушение —
 - зданий и сооружений — разрушение оконных и дверных проемов и легких перегородок, появление трещин в стенах верхних этажей, восстановление возможно в порядке проведения среднего ремонта;
 - технологического оборудования — повреждение передаточных механизмов, обрыв маховиков и рычагов управления, разрыв приводных ремней, восстановление возможно без полной разборки с заменой поврежденных частей. Ущерб составляет 10–30 %.

Для определения возможного характера разрушений, ущерба и установления объема, аварийно-спасательных и других неотложных работ в очаге поражения, в условиях ЧС условно выделяются следующие зоны:

- зона полных разрушений — может возникнуть при воздействиях ударной волны с избыточным давлением 50 кПа и более, интенсивности землетрясения 11–12 баллов, урагана 17 баллов (скорость ветра более 64 м/с);
- зона сильных разрушений — может возникнуть при воздействиях ударной волны с избыточным давлением 30–50 кПа, интенсивности землетрясения 9–10 баллов, урагана 16 баллов (53,5 м/с);
- зона средних разрушений — может возникнуть при ударной волне с избыточным давлением 20–30 кПа, землетрясений с интенсивностью 7–8 баллов, урагана 14–15 баллов (44–49 м/с);
- зона слабых разрушений — возникает при воздействии ударной волны с избыточным давлением 10–20 кПа, землетрясении 5–6 баллов, урагана 12–13 баллов (33–40 м/с).

5. Стихийные бедствия, характерные для территории России

Россия, занимая огромную территорию, которая охватывает почти все физико-географические зоны, периодически подвергается воздействию тех или иных стихийных бедствий. Основными ЧС природного характера являются землетрясения, наводнения, оползни, сели, обвалы, ураганы, цунами, лесные пожары и др.

Наиболее разрушительными и часто встречаемыми являются землетрясения и наводнения.

5.1. Землетрясения

Землетрясения представляют собой подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений, разрыва земной коры или верхней части мантии, передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний [4].

Механизм тектонических землетрясений следующий: под действием глубинных тектонических сил возникают напряжения, слои земных пород деформируются, сжимаются в складки и с наступлением критических перегрузок смещаются и рвутся, образуя разломы земной коры. Разрыв совершается мгновенно толчком

или серией толчков, имеющих характер удара. При землетрясении по разлому происходит разрядка энергии, накопившейся в недрах; энергия, выделившаяся на глубине в точке разрыва — гипоцентре или очаге землетрясения, передается посредством упругих волн в толще земной коры и достигает поверхности земли, где производит разрушения.

Территорию, охватывающую область известных и ожидаемых очагов землетрясений и подверженную их воздействию, называют *сейсмической областью (зоной)*. Она представляет собой линейно вытянутые зоны — пояса в областях наиболее интенсивных современных тектонических движений. Известны два главных сейсмических пояса: Средиземноморско-Азиатский, простирающийся через юг Евразии от берегов Португалии на запад до Малайского архипелага на восток, и Тихоокеанский, охватывающий кольцом берега Тихого океана.

В пределах стран СНГ сейсмоопасные районы составляют 28,6 % территории, районы землетрясений с интенсивностью 9 баллов находятся в странах средней Азии, в районах Прибайкалья, на Камчатке и Курильских островах, с интенсивностью 8 баллов — в Молдавии, Крыму, Южной Сибири и на Кавказе.

5.1.1. Параметры землетрясения

Основными параметрами, характеризующими землетрясение, являются магнитуда, интенсивность, проявления землетрясения, радиус района, охваченного разрушительным воздействием (достигает 80–160 км), длительность сильных сотрясений грунта (может колебаться в пределах 30–90 с), глубина залегания гипоцентра (достигает 10–30 и более километров).

Магнитуда землетрясения (M) — условная величина, характеризующая количество энергии, выделившейся в очаге землетрясения. Численно она пропорциональна десятичному логарифму амплитуды смещения грунта, выраженной в микрометрах, зафиксированной сейсмографом на расстоянии 100 км от эпицентра

землетрясения. На каждой сейсмической станции имеются сложные поправочные формулы, учитывающие расстояние до эпицентра и направление на него, глубину очага и местные геологические условия. Шкала магнитуды Рихтера — шкала эмпирическая и неточная (по выражению самого Рихтера, этот метод является грубым, на разных сейсмических станциях при одном и том же землетрясении магнитуда может различаться на несколько десятых долей единицы, например: она может быть на одной станции 6,3, на другой — 6,8, на третьей — 6,5).

Пример. На одной из сейсмических станций, расположенной в 300 км от эпицентра, записана сейсмограмма с максимальной амплитудой 20 мм (20 000 мкм). С помощью номограммы, приведенной на рис. 1, определить значение магнитуды Рихтера.

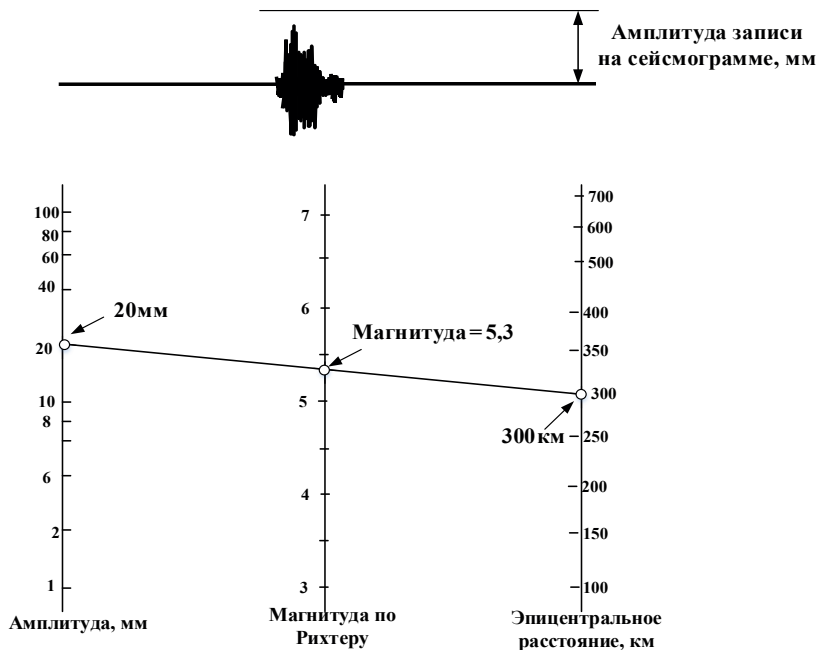


Рис. 1. Номограмма для определения магнитуды Рихтера

Для того чтобы определить магнитуду Рихтера, вначале следует определить эпицентральное расстояние этого землетрясения (например, 300 км). Далее необходимо действовать следующим образом:

- 1) измерить амплитуду на сейсмограмме (например, 20 мм);
- 2) провести прямую линию, соединяющую значения амплитуды и эпицентрального расстояния;
- 3) значение магнитуды будет на средней шкале (в нашем случае 5,3).

Примечание. Эта номограмма построена для определенной сейсмической станции; на каждой станции используется своя номограмма.

Поскольку шкала магнитуды логарифмическая, увеличение магнитуды на единицу означает десятикратное возрастание амплитуды смещения грунта. Нулевая магнитуда не означает, что землетрясения нет, т.к. нуль — это логарифм единицы. Это землетрясение, хотя и очень слабое, совершенно неощутимое для людей. Магнитуда может быть равной 1, т.е. амплитуда равна 0,1 мкм.

Для получения по магнитуде (M) величины энергии (E), эрг, можно воспользоваться следующим соотношением:

$$\lg E = 9,9 + 1,9 M - 0,024 M^2;$$

$$1 \text{ Дж} = 10^7 \text{ эрг.}$$

На Земле еще не было зарегистрировано землетрясения с магнитудой 9, что соответствует энергии в 10^{18} Дж.

Интенсивность проявления землетрясения на поверхности земли (сила землетрясения) — это мера величины состояния грунта, и определяется она степенью разрушения зданий, характером изменений поверхности по субъективным ощущениям людей. Интенсивность максимального расчетного землетрясения (МРЗ) оценивается по международной сейсмической шкале Медведьева — Шпонхойера — Карника (MSK-64), имеющей 12 условных градаций — баллов.

Интенсивность землетрясения зависит от магнитуды и глубины гипоцентра: чем больше магнитуда, тем интенсивность больше; чем глубже гипоцентр — тем слабее.

Так, например, при глубине гипоцентра 10 км магнитуде 6 по MSK-64 соответствует интенсивность 7 баллов, магнитуде 8 соответствует интенсивность 11–12 баллов.

5.1.2. Прогнозирование землетрясений

Прогноз землетрясений ведется путем наблюдения, регистрации и анализа предвестников землетрясений: предварительные толчки (форшоки), изменение параметров геофизических полей, состав подземных вод, изменения в поведении животных. По состоянию на настоящее время точность прогноза землетрясения составляет 1–2 года, а по месту — десятки, а иногда и сотни километров.

Последствия землетрясений: провоцирование опасных геологических явлений (течение и проседание грунта, обвалы, камнепады, смещение грунта, оползни, сели, снежные лавины), цунами, паника, травмирование и гибель людей, повреждение и разрушение зданий, пожары, взрывы, выбросы РВ и аварийно химически опасных веществ, транспортные аварии, большой ущерб.

5.2. Наводнения

Наводнение — значительное затопление водой местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или море, вызываемого обильным притоком воды в период снеготаяния или ливней, ветровых нагонов воды, при заторах и других явлениях.

Наводнения периодически наблюдаются на большинстве рек России и занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости, площади распространения и суммарному

среднему годовому материальному ущербу. В зависимости от масштаба, повторяемости и наносимого суммарного материального ущерба, наводнения бывают низкими, высокими, выдающимися и катастрофическими.

Низкие (малые) наводнения наблюдаются на равнинных реках, их повторяемость один раз в 5–10 лет, затопливается менее 10 % сельскохозяйственных угодий, низких мест; наносится незначительный ущерб, ритм жизни населения не нарушается.

Высокие (большие) наводнения — значительные затопления, охватывают большие участки речных долин, существенно нарушают хозяйственный и бытовой уклад населения; в густонаселенных пунктах проводится частичная эвакуация людей, наносится ощутимый материальный ущерб, частота появления один раз в 20–25 лет, затопливается 10–15 % сельскохозяйственных угодий.

Выдающиеся наводнения охватывают целые речные бассейны, парализуют хозяйственную деятельность населения и резко нарушают бытовой уклад людей, возникает необходимость массовой эвакуации населения и материальных ценностей; частота появления один раз в 50–100 лет, затопливается 50–70 % сельскохозяйственных угодий.

Катастрофические наводнения вызывают затопление обширных территорий в пределах одной или нескольких речных систем, полностью парализуется производственная и хозяйственная деятельность; приводят к огромным материальным убыткам и гибели людей, частота появления один раз в 100–200 лет, затопливается более 70 % сельскохозяйственных угодий.

Для прогнозирования наводнений производится гидрологический прогноз, в котором указывается величина и время наступления, характер, ожидаемые размеры. Последствия наводнения выражаются через показатели материального и финансового ущерба, потери среди населения оцениваются числом погибших, пострадавших, пропавших без вести.

5.3. Аварийные работы на поврежденных зданиях

Первоочередной задачей в очаге поражения ЧС является спасение пострадавших людей.

Для обеспечения безопасности и для размещения людей, оставшихся без крова, необходимы следующие работы:

- быстрое временное восстановление зданий, их укрепление;
- быстрый пуск отдельных узлов или цехов особо важных промышленных объектов и сооружений коммунально-энергетического хозяйства по жизнеобеспечению населения;
- принудительное обрушение полуразрушенных, грозящих обвалом зданий или в некоторых случаях их укрепление;
- быстрое временное восстановление поврежденных зданий — заделка окон и дверных проемов, ремонт кровли, восстановление отопления и водоснабжения, усиление частично поврежденных несущих элементов зданий.

Данные действия требуют наличия квалифицированных работников и больших материальных затрат (стекло, рулонные материалы и т.д.) и должны проводиться только после проведения спасательных работ.

Так, в Армении после катастрофического землетрясения 7 декабря 1988 года в течение 3 мин были повреждены и разрушены тысячи жилых домов, школ, производственных и других зданий. Шести- и девятиэтажные жилые дома, особенно каркасно-панельной конструкции недавней постройки, складывались, как карточные домики. Они образовали сложные завалы из железобетонных конструкций стен, перекрытий, лестничных маршей, частично разрушившихся в щебень, с обнажившейся арматурой, переплетенных трубами домовых коммуникаций водопровода, отопления, с обломками мебели и всего того, из чего состояло

и чем было заполнено здание. Разборка таких завалов требовала длительного времени и большого числа техники, особенно кранов большой грузоподъемностью, экскаваторов, бульдозеров, газорезательной аппаратуры и инструмента.

Особенно важен для спасательных работ фактор времени.

В городах Ленинакан, Кировокан, Спитак и множестве поселков были разрушены все системы коммунального хозяйства, автомобильные и железнодорожные дороги. Для извлечения пострадавших необходимо было устраивать вертикальные шахты, горизонтальные штольни, разбирать завалы.

Принудительному обрушению неустойчивых конструкций зданий и сооружений подлежат:

- вертикальные конструкции (стены, колонны), имеющие значительные повреждения и нарушенную связь с остовом здания;
- выступающие и свисающие элементы здания (плиты, карнизы, балки, стропила и т.п.), обрушение лепнины на зданиях, не имеющих достаточной опоры и заделки в стенах здания.

Для зданий основным признаком опасности обрушения конструкций является:

- отклонение от вертикального положения несущих стен;
- наличие в них пробоин, сквозных трещин и других повреждений.

Для стен признаком обрушения является отклонение от вертикали на расстояние более $1/3$ ее толщины (рис. 2).

При оценке повреждений каменных конструкций после пожара необходимо учитывать, что высокая температура может вызвать появление скрытых дефектов и повреждений, неразличимых при внешнем осмотре. Длительное воздействие огня вызывает структурные изменения в толще материала, приводит к отслоению и разрушению швов каменной кладки, появлению трещин в кладке и толще бетона, деформации арматуры. Внутренние

стены, колонны, ригели, балки, перекрытия здания, на которые огонь воздействует по всей поверхности этих элементов, теряют до 1/2 несущей способности. Особенно чувствительна к действию огня кладка из силикатного кирпича. Пожар вызывает образование сквозных вертикальных трещин в различных участках стен, например, в местах примыкания внутренних стен и стен лестничных клеток к наружным стенам, по линии прохождения вентиляционных каналов в стенах и других местах. Эти трещины образуются вследствие деформации неодинаково нагреваемых и остывающих участков стен, резко снижают общую жесткость и устойчивость зданий. Для железобетонных конструкций повреждения, которые снижают несущую способность, являются откол наружного слоя бетона с оголениями арматуры, повреждения и разрыв арматуры, трещины в толще конструкций.

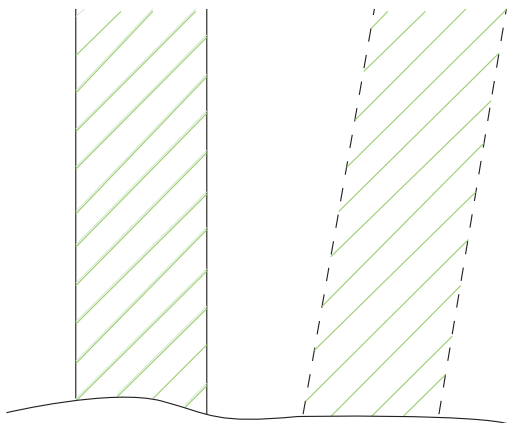


Рис. 2. Отклонение стены от вертикали

Одним из наиболее эффективных способов обрушения является небольшой, точечный или направленный взрыв. В то же время обрушения невысоких стен, например 3–4 этаж, проводят с ис-

пользованием экскаваторов и кранов. Для облегчения обрушения участков стен применяют устройство в нижней части стены горизонтальной штрабы на глубину на $1/3$ толщины стены со стороны обрушения.

5.3.1. Крепление поврежденных элементов зданий

Простейшим креплением отдельных участков стен является установка боковых распорок в виде наклонно установленных деревянных столбов, металлических и железобетонных балок. Отклонения и прогибы стен выравниваются с помощью натяжных тросов. Выравненные стены прикрепляются к поперечным стенам, балкам перекрытия анкерами, тросовыми, проволочными скрутками или путем сварки металла закладных элементов. Продольные и поперечные стены, отделенные одна от другой трещинами, связываются между собой хомутами с закрепленными в стенах балками или плитами перекрытия. Можно устанавливать односторонние или двусторонние металлические растяжки, прикрепляемые к прочным частям здания или к опорам в грунте. Крепление прогнувшихся или провисающих перекрытий изнутри помещений производится путем установки в середине пролета дополнительных опор в виде деревянных или металлических стоек с деревянными или металлическими прокладками. Лестницы и лестничные клетки являются наиболее прочной и устойчивой частью зданий.

Устранение повреждений в крышах и перекрытиях поврежденных зданий и сооружений имеет следующие особенности. Плоские совмещенные покрытия зданий более устойчивы к повреждениям по сравнению с крышами стропильной конструкции. В зависимости от характера и размеров повреждений производится усиление или ремонт несущих элементов крыш путем устройства деревянных накладок в поврежденных местах стропил, установки вспомогательных стоек и подкосов для усиления стропил и плит перекрытия.

5.3.2. Проявление микробного фактора

Для ЧС, характеризующихся разрушением различных объектов, вероятно высвобождение в окружающую среду, в том числе в наиболее агрессивном аэродисперсном состоянии (аэрозоль), микроорганизмов — возбудителей инфекционных болезней людей, относящихся к сапронозам. Средой их обитания и источником распространения является абиотическая неживая среда.

Самыми уязвимыми перед сапрофитами элементами зданий являются остекленные световые проемы или предметы и материалы, содержащие некоторое количество влажной среды и почву. Грибки, питаясь неживыми органическими субстратами, способны к паразитическому образу жизни. В определенных условиях они проявляют свою патогенность, способны вызвать инфекционный процесс и могут представлять опасность не только для здоровья, но и для жизни людей. Типичный механизм заражения при таких инфекциях — вдыхание соответствующих пылевых или водных аэрозолей.

Особенно часто колонизация строений грибами и их переход при разрушении в аэрозоль характерны для длительно эксплуатирующихся старых и полуразрушенных зданий и сооружений.

Люди, оказавшиеся в очаге разрушения, и спасатели могут подвергаться воздействию аэрозолей, содержащих опасные или потенциально опасные для людей микроорганизмы и споры грибов. Перечисленные выше агенты вызывают аэрогенные заболевания: аспергиллез, актиномикоз, пенициллиоз, лемонеллез; последнее считается болезнью прежде всего населения индустриально развитых стран и районов.

Многие из встречающихся в природе микроорганизмов, особенно из числа грибов, колонизируют здания и сооружения и могут при их разрушении перейти в окружающую среду и заселить ее. Они являются выраженными сенсibilизаторами и при контакте человека с ними способны вызывать различные аллергические состояния: риниты, астму, хронические бронхиты, альвеолиты и др.

Интенсивность и масштабы насыщенности возбудителями сапронозов атмосферы при разрушении зданий и сооружений в зонах ЧС зависят от длительности, древности и условий эксплуатации их до разрушения, от уровня обсеменения образовавшихся аэрозолей соответствующими организмами, от интенсивности и характера разрушающего импульса, от пылеобразования, состояния погоды в районе бедствия, степени вертикальной устойчивости атмосферы и ряда других факторов.

Это все внешние обстоятельства, но существуют и внутренние, связанные с самим человеком, со способностью его организма противостоять различным экстремальным воздействиям, в том числе инфицированию. Особенно актуален этот вопрос для жителей городов, когда из-за ухудшения условий жизни происходит ослабление общих механизмов защиты человека и снижение резистентности организма. Кроме того, в условиях ЧС население подвергается различным психологическим лишениям. Это дополнительно ослабляет сопротивляемость организма людей, делает их особенно восприимчивыми к воздействию микроорганизмов.

В отличие от инфекционных заболеваний, эпидемический процесс при ЧС носит характер, когда возбудитель передается от источника заражения сразу большому количеству людей. Таким образом, с самого начала обуславливается массовый характер заболевания. Это может значительно усложнить работы по ликвидации эпидемической вспышки. Однако последующей передачи возбудителя от заболевших другим лицам, как правило, не происходит, и человек, инфицируясь от внешнего источника, сам не представляет угрозы.

Актуальность проблемы инфекционных заболеваний при ЧС и ее возможные масштабы можно иллюстрировать следующими данными.

Демонтаж и разрушение конструкций старых зданий в ходе их капитального ремонта сопровождаются интенсивным образованием микробно-пылевого аэрозоля. Из микроорганизмов в аэрозоле

преобладают грибы. Они выявлены в демонтированных элементах зданий, хотя в новых конструкциях отсутствуют. Пылевая фракция аэрозоля на 87,5% представлена твердыми частицами диаметром менее 5 мкм, что обуславливает высокую физическую стабильность образовавшегося аэрозоля и проницаемость его частиц при вдыхании человеком не только в бронхи, но и в альвеолы легких. Таким образом, если частицы аэрозоля биологически активны, то патологический процесс образуется в глубоких разделах дыхательных путей.

В формирующемся во время проведения аварийно-спасательных работ на разрушенных зданиях аэрозоле регистрируются весьма высокие концентрации клеток плесневых грибов — порядка 10^7 – 10^8 микробов/м³, что превышает ПДК в 50 раз. Кроме того, концентрация частиц пыли летом достигает уровня 48,3 ($\pm$ 16,7) мг/м³ (превышение ПДК в 14 раз) и зимой — 42,2 ($\pm$ 7,2) мг/м³ (превышение ПДК в 10 раз). Высокая насыщенность воздуха аварийной зоны плесневыми грибами обуславливает развитие у части работников специфической бронхолегочной патологии с весьма тяжелыми проявлениями. Этому также способствует пылевой компонент аэрозоля. Критериев и способов измерения и оценки происходящих при этом нарушений здоровья человека под воздействием указанных факторов, в том числе в условиях применения тех или иных способов и средств защиты, пока не выработано.

Указанные выше особенности развития сопронозных инфекций, отличающие их от антропонозных и зоонозных, вносят определенные особенности в меры борьбы с такими инфекциями при ЧС. Классическая схема противоэпидемических мероприятий, предусматривающая активные воздействия на источник инфекции (в частности, обсервация, карантин), на механизм ее передачи (дезинфекция, дезинсекция) и на восприимчивость микроорганизма (вакцинопрофилактика), по смыслу намечаемых мероприятий и по имеющимся возможностям в условиях природных стихийных бедствий, техногенных аварий и катастроф не имеет пока четких путей и средств реализации.

Для подобных ситуаций наиболее приемлемы в настоящее время мероприятия, направленные на снижение вероятности реализации имеющихся факторов риска, которые следовало бы трактовать как пассивные. Так, воздействие на людей микроорганизмов, перешедших в аэрозоль при разрушении зданий и сооружений и при ведении аварийно-спасательных работ, может быть ограничено применением респираторной защиты от высокодисперсных (3–5 мкм) биологически активных частиц. Негативные проявления микробного фактора в зонах ЧС можно свести к минимуму, располагая пункты оказания первой медицинской помощи с наветренной стороны относительно зоны разрушения и на безопасном удалении расстояния от нее в отношении досягаемости микробно-пылевых облаков. В некоторых случаях может оказаться полезным использование пылеподавления с помощью воздушно-жидкостных пен, а для снижения риска аэрозолирования легионелл — искусственными водными душирующими устройствами. Задача данных мероприятий — уменьшение аккумуляции указанных микроорганизмов в пыли, грязи и застойной воды, предотвращение их колонизации. Для этого проводят регулярную очистку объектов расположения аварийно-спасательного персонала и техники паром или дезинфектантами, воздействуя таким образом на причину возможной критической обстановки, а не на ее следствия.

Приведенные материалы относительно возможных, но неучитываемых негативных проявлений микробного фактора при природных стихийных бедствиях, техногенных ЧС применительно к патогенным сапрофитам свидетельствуют об актуальности данной проблемы для обеспечения надлежащего эпидемиологического благополучия среди коллективов людей в зонах ЧС. Она заслуживает более фундаментальной проработки специалистами. При признании ее актуальности настоятельно необходима разработка рациональных путей, средств и методов ее практического разрешения в комплексе противозидемических мероприятий для действий в соответствующих ЧС.

6. Техногенные чрезвычайные ситуации

6.1. Чрезвычайные ситуации, связанные с выбросом, угрозой выбросов АХОВ

Опасное химическое вещество — это вещество природного или искусственного происхождения, применяемое в народном хозяйстве или быту, оказывающее при превышении естественного уровня его содержания в окружающей природной среде вредное воздействие на человека; при попадании в грунт, воду или атмосферу вызывает массовую гибель людей, сельскохозяйственных животных, сельскохозяйственных растений [5].

К опасным химическим веществам относятся аммиак, хлор, фосген, оксиды углерода, оксиды этилена, H_2Cl , цианистый водород, фтористый водород, сернистый ангидрид, треххлористый фосфор, различные изоцианаты, тринитротолуол и т. д.

Наиболее опасными являются те АХОВ, которые наиболее широко и в больших количествах применяются в производстве и способны при аварии на производстве в больших количествах переходить в атмосферу. Так, на первом месте по числу случаев отравления при аварии с гибелью людей — Cl и NH_4 .

Масштаб ЧС зависит от величины запасов опасных химических веществ, характера распространения в атмосфере, т.е. метеоусловий (скорость ветра, температура окружающей среды); время воздействия АХОВ может быть доли часа, несколько часов или суток.

Основные пути попадания опасных химических веществ к человеку при ЧС:

- с пищей, водой (пероральный);
- через кожу (кожно-резорбтивный) — капельно-жидкий вид;
- при вдыхании (ингаляционный) — основной путь при краткосрочных аварийных выбросах.

Только 15 % аварий на предприятиях, имеющих АХОВ, сопровождается выбросом, но, как показывает опыт, аварии с выбросом токсичных веществ обычно приводят к более тяжелым последствиям для людей и окружающей среды.

В случае крупных аварий выбросы АХОВ осуществляются как на стационарных установках, так и во время транспортировки. Например, крупная химическая авария 3 декабря 1984 года в г. Бхопал (Индия) унесла более 3000 жизней в день аварии, а в последующие годы — еще более 15000 человек. Ядовитым агентом здесь был метилизоцианат, примерно 42 тонны которого находилось в заглубленном резервуаре. Причиной аварии стало увеличение давления внутри резервуара из-за повышения температуры содержимого в результате начавшейся внутри резервуара химической реакции.

Перечень АХОВ, от воздействия которых необходимо обеспечивать защиту, можно ограничить 9 веществами, наиболее широко используемыми в народном хозяйстве: хлором, аммиаком, фосгеном, сернистым ангидридом, цианистым водородом, сероуглеродом, сероводородом, фтористым водородом.

Как будет сказано ниже, при исследовании установить токсические свойства веществ значительно труднее, нежели их фи-

зические свойства. Некоторые вещества нетоксичны (азот при обычных давлениях). Другие вещества обладают средней токсичностью: аммиак, СО; третьи — высокотоксичные, например, хлор; а четвертые представляют собой отравляющие вещества, например, нервно-паралитический газ фосген. Учитывая различные пути воздействия токсических веществ на человеческий организм, составить системное описание различных поражений человека при краткосрочных (залповых) выбросах токсических веществ очень сложно.

Для оценки характера поражающего действия АХОВ на человека и защиты существует такая токсикологическая классификация:

- удушающие АХОВ с прижигающим эффектом (хлор, фосген);
- удушающе-нейтронные (аммиак);
- общеядовитые с тканевым (синильная кислота) и гемоглобиновым (СО) эффектом;
- удушающе-общеядовитые с прижигающим эффектом (сероводород, сернистый газ, NO_2).

Признаки отравления — головная боль, головокружение, потемнение в глазах, шум в ушах, одышка, тошнота.

6.1.1. Токсикологическая нагрузка (зависимость от времени)

У некоторых раздражающих веществ, таких как фосген, сероводород, сернистый газ, токсический эффект существенно зависит от фактора времени. Данные яды относятся к хроноконцентрационным. Они обладают свойством аккумуляции в организме (кумулятивный яд): нарушают обмен веществ, блокируют ферментные процессы, медленно насыщают организм.

Другая группа — концентрационные яды (цианистый водород, многие летучие наркотики). При их воздействии токсический эффект от времени почти не зависит; он определяется главным образом концентрацией вещества.

Токсический эффект является результатом взаимодействия яда, организма и условий внешней среды: температуры, скорости ветра, барометрического давления, ультрафиолетовой радиации, шума и т. д.

Хлор — ядовитый отравляющий газ желто-зеленого цвета; в 2,5 раза тяжелее воздуха; имеет резкий запах. Хлор переходит в жидкое состояние при температуре и давлении:

$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{кг/см}^2$
–34,6	0
–20	0,83
–10	1,62
0	2,66
+10	3,96
+20	5,62
+30	7,75
+40	10,5

В цистернах, поступающих с завода, хлор находится в жидком состоянии. Жидкий хлор — маслянистая жидкость плотностью 1,4–1,5 г/см³. При отборе хлора из емкости переход из жидкого состояния в газообразное сопровождается поглощением тепла из окружающей среды.

Человек плохо переносит хлор. Хлор действует удушающе при концентрации 12 г/м³, опасен для жизни при концентрации 100–200 г/см³: обжигает легкие до боли в груди и отеков, разъедает глаза и нос. Хлор обнаруживают в воздухе с помощью смоченной в воде йодокрахмальной бумаги (она синееет).

Хлор, а также аммиак чаще всего применяются в промышленности.

6.1.2. Основные причины выбросов АХОВ

Причинами разгерметизации и выбросов АХОВ могут быть аварии, связанные с отрывом съемных крышек емкостей при включении емкости под давлением при неполном закрытии крышки или открывании ее при наличии в емкости давления; с дефектом

при изготовлении цистерн и емкостей; ремонтом, монтажом емкостей; трещинами в сварных соединениях; износом стенок; отсутствием технологических защит; опрокидыванием емкостей. Поэтому чаще всего выбросы происходят при транспортировке, в цехах и на заводах при хранении [9].

Наибольшая потенциальная опасность аварийных ситуаций с АХОВ на промплощадках имеет место на складах и наливных станциях, где сосредоточены сотни, а во многих случаях тысячи тонн основных АХОВ.

Аварийные ситуации при транспортировке АХОВ сопряжены с более высокой степенью опасности, т.к. масштабы перевозки этих веществ остаются весьма большими. Например, только жидкого хлора одновременно на железных дорогах страны находится более 700 цистерн, в каждой из которых около 60 тонн продукта.

Анализ аварийной ситуации с АХОВ показывает, что варианты ожидаемой химической обстановки могут быть весьма разнообразны, но содержат ряд поддающихся количественной оценке составляющих, которые можно классифицировать по нескольким группам показателей (табл. 4).

Таблица 4

Возможная обстановка при авариях на объектах с АХОВ
в г. Екатеринбург

Наименование объекта	Тип АХОВ	Радиус поражения, км
Западная фильтровальная станция (ЗФС) Голов. сооружения водопровода Южные очистные сооружения Северные очистные сооружения Уралмашзавод Уралэлектротяжмаш Завод РТИ	ХЛОР	4,8

Окончание табл. 4

Наименование объекта	Тип АХОВ	Радиус поражения, км
Завод РТИ	АММИАК	1,4
Мясокомбинат		4,8
Турбомоторный завод		3,2
Хладокомбинат № 1 и № 3		1,85
Комбинат рыбной гастрономии		2,3
Комбинат «Горный»		1,2
Жиркомбинат		1,2
Рыбообрабатывающий завод		1,2
Молкомбинат № 1 и № 2		1,2
Завод напитков и минеральных вод		1,85
Колбасная фабрика		1,2

6.1.3. Количественная оценка токсических свойств веществ

Для количественной оценки токсических нагрузок на человека используют показатели, которые имеют конкретные значения для каждого вещества: доза (токсодоза), концентрация, токсическая нагрузка.

Доза — общий термин, показывающий количество токсичного вещества (или количество излучения, или энергию излучения), поглощенного организмом или окружающей средой. Для конкретного применения этот термин должен быть соответствующим образом определен.

Для токсичных веществ — токсодоза. Токсодоза обычно используется при оценке острых воздействий и поражений. Концентрация важна при санитарно-гигиенической оценке параметров воздуха рабочей зоны и атмосферы.

Для всех показателей определяются уровни воздействия, соответствующие определенным биологическим эффектам — смерть,

функциональные изменения (раздражение, заболевание и т. д.), — для определенного числа людей из контрольной группы:

- LD_{50} , LC_{50} , LCt_{50} — смертельные дозы, концентрации и токсические нагрузки соответственно, вызывающие гибель 50 % людей;
- LD_{50} , мг/кг, — летальная доза, вызывающая гибель 50 % людей, показатель токсичности; служит наиболее удобным мерилем для определения летального действия токсичного вещества. Однако значение этой величины ни в коем случае не является абсолютным;
- LC_{50} , мг/м³, — концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % людей;
- LCt_{50} , мг·мин/м³, — токсическая летальная нагрузка, вызывающая гибель 50 % людей;
- LD_0 — максимально переносимая доза, не вызывающая гибели людей.

Смертельные, или летальные, дозы LD и концентрации LC могут вызвать единичные случаи гибели (минимально смертельные) и гибель всех органов (абсолютно смертельные) — LD_{min} , LC_{min} — LD_{max} , LC_{max} . Но эти величины колеблются в широких пределах вследствие индивидуальной чувствительности организма, поэтому при выражении токсичности указывают средне-смертельные дозы и концентрации, которые устанавливают методами статистической обработки результатов определения смертельных доз и концентраций. Токсичность тем больше, чем меньше LD_{50} и LC_{50} , т. е. токсичность $1/LD_{50}$ и $1/LC_{50}$.

По ГОСТ 12.1.007–76 среднесмертельная концентрация в воздухе — концентрация вещества, которая вызывает гибель 50 % животных при 2–4-часовом ингаляционном воздействии.

Пороговые — такие дозы и концентрации, при которых проявления действия яда находится как бы на грани физиологических изменений и патологических явлений. Ниже них располагаются недействующие величины [6].

Надо сказать, что зависимости летальных исходов от летальной дозы различаются для разных токсичных веществ, например, значения 50- и 1 % -ных летальных доз ряда пестицидов различаются в 70 раз.

Попадание токсичных веществ через желудок не единственный, но важный путь проникновения яда в организм человека в случае внезапных выбросов. В таких ситуациях самый опасный путь — это вдыхание (ингаляционный). В таких случаях используют для определения 50 %-ную и X %-ную летальную концентрацию, где X меняется в широких пределах для различных токсичных веществ.

Естественно, указанные характеристики не дают необходимой информации, если неизвестно время, в течение которого человек подвергался действию токсичного вещества. Но надо и учитывать способность человеческого организма абсорбировать токсичные вещества с частичной нейтрализацией и последующим их выведением из организма без заметных вредных последствий.

С помощью понятия токсической нагрузки — интеграла концентрации по времени — учитывается тот факт, что во время реальной аварии концентрация токсичного вещества в разных точках территории различна. Само по себе понятие токсической нагрузки недостаточно, чтобы предсказать число летальных исходов: очевидно, что в случае, когда мы имеем два равных по величине интеграла (первый интеграл — высокая концентрация и короткое время экспозиции и второй — низкая концентрация и длительная экспозиция), количество летальных исходов для первого случая больше, чем для второго.

Значение токсической нагрузки, $\text{мг} \cdot \text{мин} / \text{м}^3$, не просто перевести в миллиграммы на килограмм ($\text{мг} / \text{кг}$). Для этого нужно знать долю токсичного вещества, оставшегося в легких и не попавшего в кровь, скорость дыхания. Считается, что для млекопитающих существует постоянное соотношение между скоростью дыхания (объем/время) и массой тела. Для человека принято в среднем

7 л/мин во время отдыха и 30 л/мин при физической работе. Для хлора существует следующая зависимость:

$$LD_{50} \approx C t^{0,5},$$

где C — концентрация хлора; t — время воздействия.

Для разных веществ показатель степени различный. Эта формула не пригодна для очень низких концентраций, иначе не существовало бы порогового значения концентрации, ниже которого данное вещество безвредно.

Устанавливают пороги острого ($\lim_{ac}$) и хронического действия ($\lim_{cr}$) ядов. Опасность химических веществ часто оценивается по величине КВИО — коэффициента возможности ингаляционного отравления

$$КВИО = C^{20}/LC_{50}^{120},$$

где C^{20} — максимально достижимая концентрация вещества при 20 °С; LC_{50}^{120} — среднесмертельная доза за 120 минут воздействия на белых мышей.

КВИО объединяет показатели летучести вещества и концентрации, вызывающей наибольший биологический эффект, т.е. гибель организма.

При оценке возможных работ при аварии на предприятии, в технологическом цикле или на хранении которого имеются АХОВ (химическая авария), используется следующая классификация зон заражения по концентрации АХОВ в воздухе:

- 3 зона, внутри и на границах которой возможно выполнение работ открыто на местности, вне техники (опасная зона);
- 2 зона, в границах которой выполнение работ возможно однократно не более 10–12 ч;
- 1 зона, в пределах которой возможно выполнение работ открыто на местности (вне техники) по 10–12 ч в сутки в течение месяца.

Требуемые темпы работ определены исходя из возможных сроков завершения первого этапа неотложных инженерных работ, после выполнения которых потребность в специальной технике практически отпадает (табл. 5).

Таблица 5

Ингаляционные токсодозы

Наименование АХОВ	Смертельные	Вызывающие поражения средней тяжести	Вызывающие начальные симптомы
Хлор	6,0	0,6	0,01
Аммиак	100,0	15,0	0,25
Фосген	6,0	0,6	0,01
Сернистый ангидрид	70,0	20,0	0,4–0,5
Фтористый водород	7,5	4,0	0,4
Цианистый водород	1,5	0,75	0,02–0,04
Сероводород	30,0	5,0	0,3
Сероуглерод	900,0	135,0	1,5–1,6

Многие токсичные вещества, широко используемые в промышленности (хлор и аммиак), хранятся в виде сжиженных газов под давлением не менее 1 МПа. В случае потери герметичности резервуара, где хранится такое вещество, происходит мгновенное испарение части жидкости. Количество испарившейся жидкости зависит от природы вещества и температуры окружающего воздуха (рис. 3).

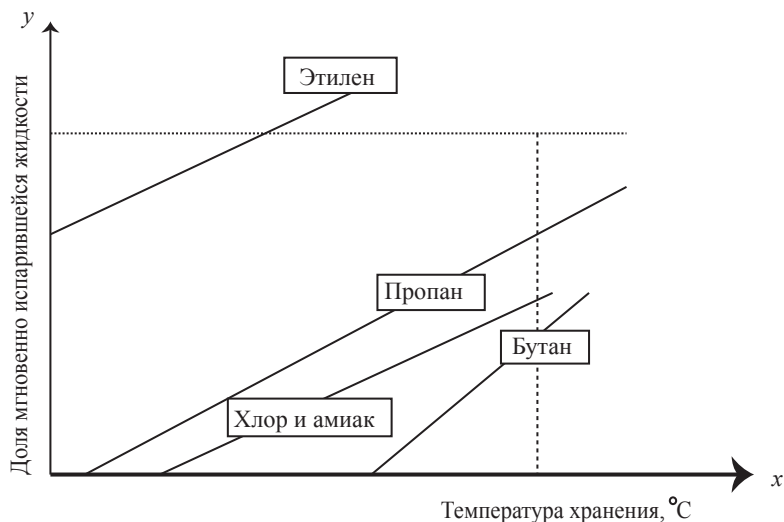


Рис. 3. Зависимость доли испарения сниженных АХОВ от температуры хранения

Зависимость доли мгновенно испарившейся части жидкости в адиабатическом приближении от начальной t

$$\delta_t = (H_t - H_k) / Q_k,$$

где H_t — удельная энтальпия жидкости при температуре t ; H_k — удельная энтальпия жидкости в точке кипения при атмосферном давлении; Q_k — удельная скрытая теплота парообразования в точке кипения при атмосферном давлении.

При многотонных разливах сжиженных газов, например хлора и аммиака, часть жидкости ($\approx 15\%$) испаряется, формируя так называемое первичное облако (табл. 6).

Таблица 6

Глубины опасных зон распространения
первичного облака АХОВ

Наименование АХОВ	Объем хранения в резервуарах, т	Глубина распространения первичного облака, км
Хлор	30–2000	96,0/26,0
Аммиак	30–30 000	65,0/22,0
Фосген	1–300	33,5/17,0
Цианистый водород	1–300	30,0/19,5
Сероуглерод	1–300	1,5/0,5
Сероводород	1–300	9,8/3,5
Нитрил акриловой кислоты	1–500	39,0/11,0
Сернистый ангидрид	25–200	19,0/6,6

Примечание. Глубина распространения приведена для случая разрушения емкости с максимальным содержанием вещества. В числителе приведены глубины для поражающих концентраций, в знаменателе — для смертельных концентраций.

Скорость испарения оставшейся жидкости при разливе зависит от интенсивности подвода тепла (разогрева), и в некоторых случаях время испарения достигает нескольких дней. В результате этого формируется вторичное облако.

Наименьшей стойкостью при выбросе обладают «плавающие» газы, т.е. более легкие, чем воздух, токсичные химически стабильные газы (СО, циановодород). Более стойкие — сжиженные газы (NH₃), затем — газы с большей плотностью, чем плотность воздуха (Cl), и высоколетучие жидкости (метилизоцианат), низколетучие жидкости (иприт) и, наконец, твердые токсичные вещества (диоксин с периодом полураспада в почве в несколько лет) (табл. 7).

Таблица 7

Характеристика АХОВ

Ядовитое вещество	Токсичность				Дегазирующие вещества
	Поражающая концентрация, мг/м ³	Экспозиция, мин	Смертельная концентрация, мг/м ³	Экспозиция, мин	
Аммиак	200	360	700	30	Вода
Хлор	10	240	100–200	60	Гашеная известь, щелочные отходы, воды, сернистый ангидрид
Сернистый ангидрид	400–500	5	1400–1700	50	Гашеная известь, аммиак, щелочи
Оксид углерода	220	1500	3400–5700	30	—
Сероуглерод	1500–1600	90	10 000	90	Сернистый натрий или калий
Хлор-водород	400	10	1500	5	Щелочи, аммиак
Синильная кислота	20–40	30	100–200	15	Щелочи, аммиак

Небольшое хлорное облако дегазируют 5 %-м раствором гипосульфита в распыленном состоянии.

6.2. Бактериологические выбросы

История биологических катастроф в СССР окружена сверхсекретностью, полуправдой, недомолвками. Не известны причины срочной эвакуации военных с острова Комсомольск в Аральском

море, где в конце 50-х годов, по свидетельству очевидцев, проводились крупномасштабные эксперименты в области биологических вооружений. Не известно количество жертв биологического выброса возбудителей бруцеллеза из Всероссийского государственного центра качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (ВГНКИ) на улицы Москвы. До сих пор не известны последствия утечки штаммов из НИИ вакцинных препаратов г. Свердловск в 1979 г., повлекшие за собой вспышку эпидемии сибирской язвы.

Подмосковный «объект-100» (Предприятие п/о-1063 (НПО «Биопрепарат») (по мнению ученых) представляет несравненно большую потенциальную опасность по сравнению с ядерным оружием (биологический Чернобыль). На этом объекте было производство боевых токсинов 1-й степени опасности: в 1 мг ботулинистического стафилококкового энтеротоксина содержится около $1 \cdot 10^6$ смертельных доз для людей. Если облако выброса его пойдет на Москву (а она в 9 км), то для уничтожения $10 \cdot 10^6$ жителей потребуется доля грамма этого токсина.

Идеологи и непосредственные исполнители террористических актов определенное значение придают биологическим средствам поражения. Необходимо быть во всеоружии, чтобы не допустить применения биоагентов в террористических целях или быстро и профессионально ликвидировать последствия таких террористических актов.

Под *биологической опасностью* понимают отрицательное воздействие биологических патогенов любого уровня и происхождения (от прионов и микроорганизмов до многоклеточных паразитов), создающих опасность в медико-социальной, технологической, сельскохозяйственной и коммунальной сферах.

Биологическую безопасность тогда можно определить как комплекс специальных, организационных, экономических и политических мер, направленных на предупреждение или ликвидацию последствий естественного воздействия или преднамеренного

применения биоагентов в целях поражения людей. Биотерроризм — это преднамеренное скрытное применение биоагентов в целях поражения людей и психологического воздействия на население.

Следовательно, биологическая безопасность сводится, главным образом, к микробиологической безопасности, поскольку неблагоприятное воздействие на людей других биологических объектов (укус ядовитых насекомых, змей, воздействие растительных ядов, нападение хищных животных и т. д.) не играет существенной роли в жизни человека, к тому же не может преднамеренно использоваться как оружие нападения.

Биологическое оружие рассматривается как оружие массового поражения людей и как пригодное в террористических целях стратегического и тактического назначения. Оно может применяться различными способами, наиболее эффективным из них являются аэрозоли. Возможно применение биологического оружия через воду и пищевые продукты, через зараженные предметы, инфицированных переносчиков, а засылку в места массового скопления людей заразных больных — «биокомикадзе».

6.2.1. Виды и основные свойства патогенных микроорганизмов

Патогенные микроорганизмы — возбудители инфекционных болезней человека и животных. В зависимости от размеров, строения и биологических свойств подразделяются на следующие классы: бактерии, вирусы, риккетсии, грибки, спирохеты и простейшие. Последние два класса микроорганизмов в качестве биологических средств поражения, по мнению иностранных специалистов, значения не имеют.

Бактерии (гр. палочки) — одноклеточные микроорганизмы растительной природы, весьма разнообразны по своей форме. Основные формы бактерий: стафилококки, диплококки, стрептококки, палочковидные, вибрионы, спириллы.

Первые сведения о бактериях были получены в XVII в. из исследований Левенгука. Бактерии могут существовать в самых разнообразных условиях и являются одними из самих древних организмов Земли. Бактерии живут в почве, воде, организме человека и животных. Они могут развиваться в условиях, недоступных для других организмов. Чем больше в среде органических соединений, тем больше бактерий. Потенциальная способность некоторых бактерий — вызывать инфекционное заболевание. Эта способность является их видовым признаком и называется болезнетворностью, или патогенностью. Бактерии вызывают заболевания у человека, животных, растений. Наиболее опасны гангренозный аппендицит, гангрена легких, коклюш, бруцеллез, ботулизм, газовые гангрены, столбняк, дифтерия, пневмония, ангины, гастроэнтерит, сепсис человека, проказа, менингит, чума, холера, сибирская язва [11]. К классу бактерий относятся возбудители большинства наиболее опасных заболеваний человека.

Размеры бактерий от 0,5 до 8–10 мкм. Бактерии в вегетативной форме, т. е. в форме роста и развития, весьма чувствительны к воздействию высокой температуры, солнечного света, резким колебаниям влажности и дезинфицирующим средствам и, наоборот, сохраняют достаточную устойчивость при пониженных температурах даже до $-15...-25^{\circ}\text{C}$. Некоторые виды бактерий для выживания в неблагоприятных условиях способны покрываться защитной капсулой или образуют споры. Микробы в споровой форме обладают очень высокой устойчивостью к высушиванию, недостатку питательных веществ, действию высоких и низких температур, дезинфицирующих средств. Из патогенных бактерий способностью образовывать споры обладают возбудители сибирской язвы, ботулизма, столбняка и др. Почти все виды бактерий, используемых в качестве средств поражения, относительно несложно выращивать на искусственных питательных средах. Их массовое получение возможно на оборудовании используемом биохимической промышленностью для производства ан-

антибиотиков, витаминов и продуктов современного бродительного производства.

Вирусы — обширная группа микроорганизмов, имеющих размеры 0,08–0,35 мкм. Они способны жить и размножаться только в живых клетках за счет использования биосинтетического аппарата клетки хозяина, т.е. являются внутриклеточными паразитами. Вирусы обладают относительно высокой устойчивостью к низким температурам и высушиванию. Солнечный свет, особенно ультрафиолетовые лучи, также температура выше 60 °С и дезинфицирующие средства (формалин, хлорамин и др.) действуют на вирусы губительно. Вирусы — неклеточные формы жизни, обладающие собственным геномом и способные к воспроизводству лишь в клетках более высокоорганизованных существ. Внутриклеточные паразиты вызывают оспу, бородавки, герпес, грипп, клещевой энцефалит, СПИД, лихорадку Эбола. Вирусы являются причиной более чем 75 наиболее распространенных заболеваний человека, среди которых оспа, желтая лихорадка и др. [11].

Риккетсии — группа микроорганизмов, занимающая промежуточное положение между бактериями и вирусами. Размеры их 0,3–0,5 мкм. Риккетсии не образуют спор, устойчивы к высушиванию, замораживанию и колебаниям влажности воздуха, однако достаточно чувствительны к действию высоких температур и дезинфицирующих средств. Заболевания, вызываемые риккетсиями, называются риккетсиозами, среди них такие высокоопасные, как сыпной тиф и пятнистая лихорадка скалистых гор. В естественных условиях риккетсиозы передаются человеку в основном через кровососущих членистоногих, в организме которых возбудители обитают часто как безвредные паразиты.

Грибки — одно- или многоклеточные организмы растительного происхождения. Их размеры 3–50 мкм. Грибки могут образовывать споры, обладающие высокой устойчивостью к замораживанию, высушиванию, действию солнечных лучей и дезинфицирующих средств. Заболевания, вызываемые патогенны-

ми грибами, носят название микозов. Среди них такие тяжелые инфекционные заболевания людей, как кокцидиоадомикоз, бластомикоз, гистоплазмоз и др. [11].

Микробные токсины — продукты жизнедеятельности некоторых бактерий, обладают крайне высокой токсичностью: ботулинистический токсин (ботулизм), стафилококковые энтеротоксины. Они разрушаются при длительном кипячении.

6.2.2. Основные источники биологически опасных выбросов

ЧС с биологическими выбросами имеют особенность:

- малая инфицирующая доза (доли грамм для 10 млн человек);
- возможность скрытого выброса (без запаха, цвета, вкуса);
- большая площадь распространения;
- трудность идентификации;
- избирательность воздействия;
- сильное психологическое воздействие;
- большой объем и сложность работ по биозащите населения.

Это бактериологическое оружие является самым жестоким по последствиям средством ведения войны. Применение его является одним из самых тяжелых видов преступлений против человечества, более опасным, чем ракетно-ядерное оружие.

Промышленные биологически опасные выбросы могут быть:

- из НИИ и лабораторий, изучающих возбудителей особо опасных инфекций, работающих с биологическим материалом, который поступает из эпидемически неблагополучных регионов;
- заводов по производству медицинских препаратов, биодобавок, живых и инактивированных вакцин.

В настоящее время патогенные микробы, используемые в биотехнологиях, представляют опасность для жизни и здоровья лю-

дей. Все шире используется ферментативная технология. Не все стороны технологических процессов до конца изучены. Еще более важным фактором представляется развитие генной инженерии, с помощью этого метода могут быть созданы микроорганизмы, активно участвующие в технологических процессах получения вещества или переработки отходов. И, по-видимому, те опасности, которые рассматриваются на лабораторном уровне, могут стать значительными в масштабе промышленности.

Аэробная ферментация применяется при производстве антибиотиков органических кислот, витаминов. Также микроорганизмы являются потенциальным источником опасности. Наибольшую опасность они представляют для будущей работы, связанной с генной инженерией. Если живые организмы, «сконструированные» учеными, вырвутся за пределы лаборатории, то баланс природы будет нарушен непоправимо.

6.3. Чрезвычайные ситуации, связанные с авариями на системах электроснабжения

Выход из строя системы электроснабжения города (распад системы) даже в мирное время грозит серьезными последствиями. Повреждения могут быть из-за ураганов, землетрясений и др. Крупная европейская энергосистема, в которую входит большое число электростанций, удаленных одна от другой на значительное расстояние, имеет систему автоматических устройств, способных мгновенно отключить любой энергоисточник и соответствующие мощности многих потребителей и тем самым сохранить работоспособность системы, являющейся достаточно надежной.

Нарушение электроснабжения имеет самые серьезные последствия. Например, в Белгородской области в ночь на 10 января 1985 года сильнейший гололед увеличил массу 1 м проводов

на 7,5 кг, что привело к обрыву проводов и разрушению опор на линиях электропередачи протяженностью 700 км. Оказались без электричества несколько сотен населенных пунктов, 143 крупных хозяйства, 659 животноводческих ферм. В июле 1977 года грозовые разряды вывели из строя электростанцию севернее Нью-Йорка, что послужило причиной распада всей системы энергоснабжения Нью-Йорка и его пригородов, где живет 10 млн чел. Остановились заводы, поезда, электрифицированные железные дороги, закрылись аэропорты, тысячи людей застряли в поездах метрополитена и лифтах. Прекратилась подача воды, перестала работать канализация. Жизнь города оказалась на 25 ч парализованной. Возможность полного выхода из строя такой энергосистемы даже при использовании ядерного оружия против многих городов и энергоисточников одновременно маловероятна.

Наиболее уязвимыми являются наземные сооружения (электростанции, подстанции, распределительные пункты, трансформаторные станции и др.) и воздушные линии электропередач. Повреждения воздушных линий электропередач зависят от степени разрушения опор и столбов. Линии электропередач, совпадающие с направлением движения штормового ветра или ударной волны взрыва, разрушаются меньше, чем линии, расположенные поперек ее фронта.

При взрывах в Хиросиме и Нагасаки наземные линии электропередач были почти полностью разрушены. Трансформаторы и переключатели, находившиеся в наземных сооружениях, получили повреждения в результате разрушения зданий. При испытательном ядерном взрыве на полигоне в штате Невада в 1955 г. были получены такие данные: элементы системы энергоснабжения получают значительные повреждения при избыточном давлении ударной волны больше 30 кПа. При избыточном давлении ударной волны менее 10 кПа наземные линии электропередачи и сооружения электрических сетей не получают значительных повреждений.

6.4. Чрезвычайные ситуации, связанные с авариями на газопроводах

Особое место занимают аварии на магистральных газопроводах (ГП), потому что они могут лишить топлива значительное число потребителей, кроме того, такая авария сопровождается взрывом и пожаром. На ее ликвидацию и восстановление газоснабжения требуется значительное время.

ГП небольшого диаметра, уложенные под землей, имеют повышенную устойчивость к действиям ударной волны. Наиболее уязвимы наземные и надземные сооружения системы газоснабжения.

В штате Невада в 1955 г. испытывали отдельные элементы системы газоснабжения. Газовая магистраль из стальных и чугунных труб, проложенных в земле на глубине 0,9 м, не получила серьезных повреждений. Большое значение для безопасности показала глубина прокладки труб ГП. Так, при испытании от сотрясения грунта при взрыве произошли незначительные утечки газа в местах соединения труб. В испытываемых 2-этажных зданиях в зоне избыточного давления взрыва 10 кПа не было серьезных разрушений. Наземные газопроводы оказались менее устойчивы и получили повреждения даже при давлении взрыва менее 10 кПа.

Практика эксплуатации газовых сетей и сооружений показывает, что, при повреждении отдельных элементов системы, вытекающий газ может легко воспламениться, после чего начинается его интенсивное горение. Например, в Нагасаки от ядерного взрыва были повреждены газгольдеры, расположенные в черте города. Газ загорелся, но взрывов не было. Такая же ситуация произошла при бомбежке Берлина в 1945 г.

Наибольшую опасность можно ожидать от разрывов газовых сетей в разрушенных жилых домах и газифицируемых зданиях промышленных предприятий. Это неизбежно приводит к массовым загораниям и к загазованности подвальных помещений, полостей завалов, возможности взрывов, что осложняет спасательные и аварийно-восстановительные работы.

Для газоснабжения используют природный газ, который добывается из пластов земли, и искусственный, получаемый при термохимической переработке каменного угля, сланца, торфа, нефти, мазута и других топлив.

Искусственный газ получают либо на заводах по производству искусственного газа, либо как газ, получаемый при металлургических и других производственных процессах: доменном, ваграночном, коксовом.

Все горючие газы могут образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, т.е. являются взрывоопасными веществами. В то же время они являются для человека токсичными веществами с удушающим воздействием. Токсичны в основном искусственные газы, т.к. содержат в своем составе СО. При содержании в воздухе СО порядка 0,15 % через 30 мин наступает тяжелое отравление, при 0,4 % через 20–30 мин — смертельный исход. Кроме того, некоторые природные газы содержат высокотоксичный сероводород, который воздействует на нервную систему, может привести к остановке дыхания и параличу сердца. Токсичные свойства газа проявляются раньше, чем возникает взрывоопасная концентрация.

Природный газ состоит на 98 % из малотоксичного метана CH_4 и, как правило, не содержит вредных примесей. Для определения утечек газа с помощью обоняния в природный газ добавляется одорант $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ (этилмеркантан). По взрывоопасности природный и искусственный газ имеют одинаковые свойства. Взрывоопасные концентрации по пропану 2,3–9,5 %; бутану 1,8–8,5 %; метану 5,4–14,9 %.

6.5. ЧС, связанные с разрушением сетей водоснабжения

Во время ЧС возможно разрушение домовых водопроводных сетей и разрушение участков городских магистральных линий с массовым разливом воды. Это приводит к резкому падению на-

пора воды в сети. Очень чувствительны к воздействию массового разлива воды системы электроснабжения, особенно открытые подстанции электроснабжения и КИП.

При разрушении питающих электростанций, если нет резерва энергопитания, даже сохранившаяся система водоснабжения будет бездействовать. К тяжелым последствиям приводит выход из строя насосных станций первого подъема, в этих случаях система может получить воду только из резервуаров чистой воды, которые расположены на повышенных отметках, подача воды из которых возможна самотеком. Менее опасно разрушение насосных станций второго подъема, т. к. некоторый напор создают насосы первого подъема. Водозаборные устройства, очистные сооружения, резервуары чистой воды более устойчивы к разрушению.

Последствия ЧС или аварий обычно имеют комплексный (системный) характер. Повреждение водоводов ведет к затоплению подвалов, в которых могут проходить важные коммуникации и может быть установлено оборудование или приборы энергоснабжения. Очень трудно установить места разрушения трубопроводов, сопровождающиеся вытеканием воды.

Например, на улице города лопнула чугунная труба магистрального водовода диаметра 300 мм. Бетонная опалубка и слой асфальта проезжей части улицы затрудняли вытекание воды на поверхность, вода растекалась на глубине по песчаному слою, где проложен водовод. Она протекла через песчаную подушку в полупроходной кабельный коллектор, а через ответвление коллектора прошла в подвальные помещения некоторых зданий, которые располагались на значительном удалении от места аварии, примерно на 500 м. За 4–5 ч были затоплены подвалы рядом стоящих домов. Произошли короткие замыкания в кабельной электроарматуре. Обесточено несколько жилых кварталов, здания больницы, школы и двух детских садов. Очень трудно было определить места разрушения трубопровода.

Аварии на трубопроводах вызываются нарушением раструбных соединений, сварных стыков, переломами чугунных и асбестоцементных труб, появлением свищей в стальных трубах, продольных и поперечных трещин в чугунных и асбестоцементных трубах либо непосредственным воздействием избыточного давления; крупных обломков разрушенных зданий и сооружений, гидравлических ударов в сети.

При крупных авариях водоводов больших диаметров вода затопливает окружающие территории. Однако возникают и такие аварии водопроводных линий, когда вода уходит через смежные коммуникационные водостоки и коллекторы. В таких случаях места повреждений определяют шупом. В размокший грунт он проникает значительно легче, кроме того, в желобках шупа остается влажная земля.

К наиболее тяжелым последствиям на системах водоснабжения приводит разрушение земляной плотины водозабора. Это может привести к катастрофическим последствиям, особенно если плотина высоконапорная и образует водохранилище с большим запасом воды. Начавшийся размыв тела плотины, если он не будет в предельно сжатые сроки локализован и ликвидирован, приведет к быстрому разрушению плотины и образованию волны прорыва высотой в несколько метров. Остановить движение такой волны невозможно. Она движется, сметая все на своем пути. Предприятия города, расположенные выше плотины, могут в один момент остаться без воды. Все предприятия и жилые дома ниже плотины будут затоплены водой.

7. Устойчивость функционирования объектов экономики

7.1. Общие положения, требования норм проектирования инженерно-технических мероприятий

Современное промышленное предприятие является сложным комплексом, включающим рабочих и служащих, здания и сооружения с размещенными в них производственными цехами и их технологическим оборудованием; системы энерго- и водоснабжения, а также инженерные и транспортные коммуникации; запасы сырья, топлива, материалов, комплектующих изделий; системы производственных и кооперативных связей, системы управления производством. Каждый из этих элементов оказывает существенное влияние на устойчивость функционирования объекта экономики. Все эти элементы уязвимы перед поражающими факторами ЧС.

Наличие в нашей стране большого количества химически опасных объектов, объектов атомной энергетики, взрывоопасных объектов и других объектов, аварии на которых могут создать крайне опасную обстановку для населения и окружающей природной

среды на значительной территории, создают реальную угрозу жизнедеятельности людей и устойчивости экономики. Значительный урон как объектам экономики, так и населению в целом наносят стихийные бедствия. Все это требует принятия комплекса мер по заблаговременной подготовке всех объектов экономики к устойчивому функционированию в условиях ЧС.

Согласно Федеральному закону «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера», одной из основных задач является осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования организаций, а также объектов социального назначения при ЧС.

Устойчивость работы объекта экономики в чрезвычайных ситуациях (устойчивость объекта в ЧС) — способность предприятия или иного объекта предупреждать возникновение производственных аварий и катастроф, противостоять воздействию поражающих факторов в целях предотвращения или ограничения угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения и снижения материального ущерба, а также обеспечивать восстановление нарушенного производства в минимально короткий срок [9].

Подготовка объекта экономики к работе в ЧС — комплекс заблаговременно проводимых организационных, экономических, инженерно-технических, технологических и специальных мероприятий, осуществляемых на объектах экономики:

- в целях обеспечения их работы с учетом риска возникновения ЧС;
- создания условий для предотвращения производственных аварий или катастроф;
- противостояния воздействию поражающих факторов;
- предупреждения или уменьшения угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения;
- снижения материального ущерба;
- оперативного проведения неотложных работ в зоне ЧС.

Повышение устойчивости работы объекта экономики в ЧС — мероприятия по предотвращению или ограничению угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения и снижению материального ущерба в чрезвычайных ситуациях, а также подготовка к проведению неотложных работ в зоне ЧС.

7.2. Факторы, влияющие на устойчивость функционирования объекта экономики при ЧС

Факторами, влияющими на устойчивость функционирования объекта экономики при ЧС, являются:

- надежность защиты производственного персонала от воздействия поражающих факторов ЧС;
- способность инженерно-технического комплекса объекта противостоять в определенной степени возможному воздействию поражающих факторов ЧС;
- надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции (электроэнергией, топливом, водой и т. д.);
- устойчивость и непрерывность управления производством;
- подготовленность к ведению аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- подготовленность к быстрому восстановлению нарушенного производства.

7.2.1. Системы энергоснабжения

Особенно чувствителен выход из строя линий и сооружений системы электроснабжения, характерный почти для всех стихийных бедствий и многих производственных аварий и катастроф. Он затрудняет ведение спасательных и неотложных работ, ликвидацию последствий.

Электроснабжение — это обеспечение потребителей электрической энергией. Электроснабжение городов и промышленных

предприятий осуществляется от собственных источников либо энергетических систем.

Энергетическая система — это совокупность электрических и тепловых станций, сетей, соединенных между собой и связанных общностью режима в непрерывном процессе производства, преобразования и распределения электроэнергии и тепла при общем управлении этим режимом.

Электрические сети и сооружения можно подразделить на две категории: электрические станции и сооружения системного значения, электрические сооружения и сети общего пользования. В состав системы сетей входят: электрические станции (тепловые, конденсационные, гидравлические и атомные), линии электропередач и связанные с ними сетевые сооружения.

Электрические системы и сети общего пользования предназначены для питания электроэнергией, полученной от энергосистемы и собственных электрических станций, городских потребителей, в том числе и мелкие промышленные предприятия.

Электрические сети состоят из подстанций, трансформаторных подстанций, распределительных пунктов, кабельных и воздушных линий и других сооружений, мощностью которых электроэнергия трансформируется до нужного напряжения и подается потребителям. К городским сетям общего пользования относятся также тяговые подстанции и контактные электрические сети троллейбусов и трамваев.

Типовые схемы электроснабжения города

Генератор электростанции вырабатывает электрическую энергию напряжением 6,6–10,5 кВ, которая на трансформаторной повышающей подстанции растет до 35–(110...500) кВ и по ЛЭП передается на большие расстояния на опору понижающей подстанции, размещенной в черте города, где напряжение понижается до 6–10 кВ.

Электрическая подстанция — это электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии. Подстанции состоят из трансформаторов, сборных шин

и коммутационных аппаратов, а также вспомогательного оборудования: устройств релейной защиты и автоматики, измерительных приборов.

Распределительное устройство на опорной понижающей подстанции (районной подстанции), к которому присоединены питающие сети города или объекта, называются *центром питания* (ЦП). Им же является распределительное устройство генераторного напряжения электростанции.

От понижающих подстанций в разные точки города отходят кабельные линии (КЛ). Кабели прокладывают в специальных кабельных каналах и трубах, траншеях, коллекторах, туннелях. Емкость одного туннеля 20–50 кабелей. Питающие КЛ подходят к распределительным пунктам, предназначенным для приема и распределения энергии без трансформации, на одном напряжении. От них по различным направлениям отходят распределительные кабельные линии, каждая из которых соединяется с трансформаторным пунктом, где напряжение понижается до 380/220 В. От трансформаторных пунктов отходят кабели непосредственно к потребителям.

Таким образом, для электроснабжения основной массы потребителей используются магистральные сети 6–10 кВ.

Для электроснабжения крупных потребителей (заводы, фабрики) питающие КЛ могут быть проложены от ЦП в главные понижающие подстанции предприятия, где установлены силовые трансформаторы и распределительный щит напряжением менее 1000 В, от которого электроэнергия по кабельным линиям передается в цехи и к другим потребителям.

Распределение электроэнергии между потребителями от трансформаторных подстанций осуществляется по КЛ, соединенным по радиальной, кольцевой или смешанной схемам. При радиальной схеме потребитель электрической энергии связан непосредственно с трансформаторным пунктом одной или двумя КЛ.

Магистральные схемы предусматривают подключение питаю-

щей линии к соединительному пункту с двумя самостоятельными источниками питания. С помощью выключающего устройства, установленного на каждой кабельной линии, обеспечивается автоматическое отключение поврежденного участка, и вся нагрузка при магистральной схеме электроснабжения может переключиться на питание через другую линию.

В крупных жилых районах получили распространение смешанные (кольцевые и радиальные) питающие линии, а также частично замкнутые электрические сети, являющиеся более надежными по сравнению с радиальными и магистральными линиями.

Частично замкнутая электрическая сеть жилого района состоит из отдельных не связанных между собой участков. Питание осуществляется от нескольких трансформаторных пунктов, подключенных со стороны высокого напряжения общей питающей линии. Соединяются магистрали низкого напряжения, идущие от разных трансформаторных подстанций, с помощью соединительных пунктов, имеющих предохранители с плавкими вставками.

Кабельные линии прокладывают в зависимости от местных условий. Обычно они проходят вдоль улиц, под непроезжей частью или под тротуарами, по междоуличным территориям по возможно короткому направлению, в траншеях глубиной не менее 0,8 м. По улицам и площадям, насыщенным подземными коммуникациями, прокладывают кабельные линии в специальных или общих с теплотрассой коллекторах и туннелях. При пересечении автодорог, трамвайных линий и железных дорог кабельные линии по всей ширине зоны отчуждения заключают в трубы или блоки, размещаемые на глубине не менее 1 м от полотна дороги. Для защиты кабелей при пересечениях и сближениях с другими подземными коммуникациями и сооружениями применяют бетонные пустотелые блоки, асбестоцементные, керамические и канализационные трубы.

В местах изменения направления или разветвления трассы, а также при переходе кабелей из блоков и труб в землю устраи-

ют кабельные колодцы различных типов из кирпича или бетона; на колодцах — люки с двойными крышками, из которых нижняя запирается на замок, а верхняя имеет гидроизоляционное уплотнение для предотвращения попадания влаги в колодец. Трассы кабельных линий должны быть расположены на расстоянии не менее 0,6 м от фундамента зданий, далее располагают кабели напряжением 1 кВ, затем — более 1 кВ и еще дальше — более 10 кВ. От деревьев кабель должен быть проложен на расстоянии не менее 2 м. Расстояние от кабелей до трамвайного рельса должно быть не менее 2 м, до автодороги — не менее 1 м, до железной дороги — зона отчуждения. Если невозможно выдержать эти расстояния, кабельные линии на всем протяжении заключают в блоки или трубы или отделяют их от трубопроводов дополнительной теплоизоляцией.

В городах и населенных пунктах для обеспечения трамвайного или троллейбусного движения широкое развитие получили контактные электрические сети. Трамвайные и троллейбусные контактные сети следует рассматривать как составную часть энергосистемы города. Контактные сети питаются электроэнергией непосредственно от городских электрических станций или от понижающих подстанций энергосистемы (рис. 4).

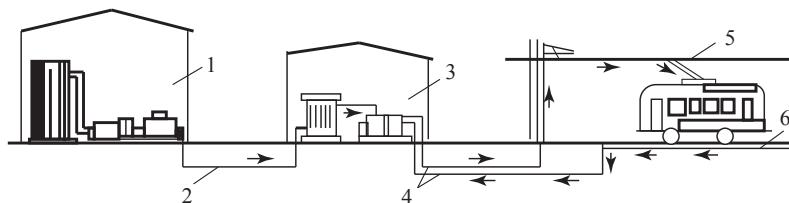


Рис. 4. Схема контактной сети трамвая:

- 1 — электростанция; 2 — магистральные линии электропередач; 3 — подстанция контактных сетей ТТУ; 4 — кабельные линии; 5 — контактный провод; 6 — рельсовые пути

Особенности электроснабжения промышленных предприятий

Системы электроснабжения города охватывают всех потребителей, включая промышленные предприятия, объекты коммунального хозяйства, электротранспорт, административные здания и т. д.

Промышленные объекты, как крупные потребители электрической энергии, в зависимости от объема и вида выпускаемой продукции, размеров территории и других факторов, могут иметь сложную и разветвленную систему электроснабжения. Специфической особенностью таких энергосистем является большое разнообразие приемников электроэнергии по мощности и режиму работы, расположенных на ограниченной территории.

По потребляемой мощности промышленные предприятия подразделяются:

- на крупные — 75–100 МВт установленной мощности (черная, цветная металлургия, химия, нефтепереработка, тяжелое машиностроение);
- средние — 5–75 МВт;
- небольшие — до 5 МВт.

Сложность энергосистем и требования к их надежности зависят от мощности энергопотребления предприятий и количества потребителей электроэнергии. Схемы распределения электроэнергии внутри предприятия имеют ступенчатое построение (рис. 5). Число ступеней определяется мощностью и размещением потребителей на территории:

- 1-я ступень — от главной понижающей подстанции 110–220 кВ до распределительного пункта 6–10 кВ;
- 2-я ступень — от распределительного пункта 6–10 кВ до цеховых подстанций 6–10/0,38–0,66 кВ.

К промышленным предприятиям, потребляющим мощность больше 40 МВт, электроэнергия подводится на напряжение 35 кВ, 110 кВ, 220 кВ и больше.

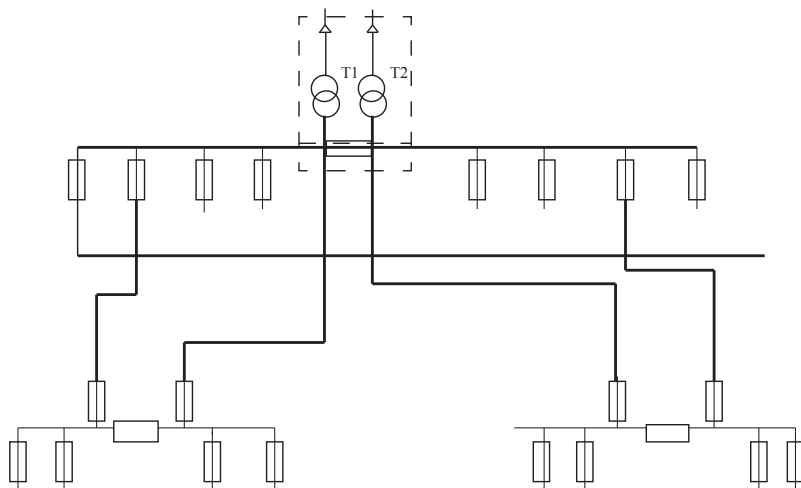


Рис. 5. Схема электропитания промышленного предприятия

На предприятиях, на которых потребители электроэнергии размещаются во многих пунктах на больших расстояниях (горно-обогатительные комбинаты, карьеры и т.п.), создают энергосистему, при которой источники высокого напряжения максимально приближаются к потребителям электроэнергии. Такой системой являются глубокие вводы питающих линий напряжением 35, 110, 220 кВ в глубину территории предприятия.

Глубокие вводы в виде радиальных ВЛ или магистральных линий с ответвлениями к наиболее крупным потребителям электроэнергии выполняют в зависимости от условий окружающей среды, застройки территории и других факторов.

Аварийные работы на системах электроснабжения

Цель аварийных работ — отключение отдельных линий и участков в сети электроснабжения в местах проведения спасательных работ для обеспечения безопасности людей и предотвращения образования пожаров, подачи электроэнергии в отдельные райо-

ны и участки очага поражения, для обеспечения электроэнергией особо важных потребителей.

Отключение производится выключением рубильников, с помощью разъединителей или перерезанием проводов. Высоковольтные линии электропередач автоматически выключаются с помощью масляных или воздушных выключателей.

Восстановление отдельных поврежденных участков наземных линий электропередач осуществляется соединением проводов или прокладкой новых отдельных линий на уцелевших или временно создаваемых опорах. Кабельные линии могут быть соединены временной воздушной линией или прокладкой соединительного кабеля на поверхности земли. Временные опоры возможно устраивать из подручного или пригодного для этих целей материала (деревянные столбы, металлические или деревянные элементы опор). В качестве временных опор можно использовать сохранившиеся мосты, переходы, эстакады. Провода в этих случаях подвешивают на специальных кронштейнах с наружной стороны моста. Можно использовать в качестве опор деревья.

Численность специализированных формирований для аварийных работ устанавливают в зависимости от конкретных особенностей организаций, на базе которых они создаются. Специализированные базы должны иметь технику, механизмы, оборудование, инструмент, необходимый для выполнения ремонтно-восстановительных работ на магистральных сетях электроснабжения.

7.2.2. Системы газоснабжения

Природный и искусственный газ — самые распространенные виды топлива в промышленности и быту. Потребление газа в промышленности растет. С применением газа производится 93 % стали и чугуна, 95 % минеральных удобрений, почти 100 % огнеупоров и стекла, 61 % цемента и пр. Резко увеличивается потребление газа химической и нефтехимической промышлен-

ности, для которых газ является технологическим сырьем. Крупнейшие в мире газопроводы: Бухара — Урал, Средняя Азия — Центр, Северный Кавказ — Центр — Северо-Запад, Сибирь — Центр, Уренгой — Поморье — Ужгород. Протяженность крупных подземных газовых магистралей более 230 тыс. км. В основном сформирована и продолжает совершенствоваться Единая система газоснабжения РФ, которая объединяет отдельные региональные системы. Объединенная система — взаимосвязанный комплекс газовых промыслов, магистральных газопроводов, подземных хранилищ, газоперерабатывающих заводов и систем распределения, обеспечивает маневренность подачи газа из различных источников, что значительно повышает надежность газоснабжения.

Системы газоснабжения городов и предприятий

Система газоснабжения города состоит из источника газоснабжения, подземных хранилищ, газгольдерных станций, подземных газораспределительных станций (ГРС) и других сооружений, обеспечивающих добычу, обработку и доставку газа потребителям.

От природных источников либо от завода газ подается по стальным магистральным газопроводам большого диаметра под высоким давлением 7,5 МПа на большие расстояния. В городские газовые сети газ поступает после ГРС (рис. 6), где его давление понижают.

Газопроводы делятся по назначению:

- магистральные;
- городские;
- промышленные.

По давлению газопроводы разделяют (зависит от того, искусственный, природный или сжиженный):

- на газопроводы высокого давления 300—1200 кПа,
- среднего — 5—300 кПа,
- низкого — 2—4 кПа.

Газопроводы низкого давления снабжают мелких потребителей: жилые дома, коммунально-бытовые предприятия. Следовательно, к жилым домам газ поступает низкого давления, а к промышленным предприятиям — среднего и высокого давления.

В ГРС производится прием газа из магистрального газопровода, очистка его от механических примесей, азотизация, замер расхода, уменьшение давления и подача его в городскую распределительную сеть. Для обеспечения подачи газа в городскую газовую сеть в течение суток с учетом неравномерного потребления применяются газгольдерные станции — специальные хранилища газа. В газгольдерных станциях газ накапливается в период его наименьшего потребления (ночью) и используется в период наибольшего расхода — утром и вечером.

Снижение давления газа производится в газорегуляторных пунктах (ГРП), сооружаемых на газораспределительных сетях городов; в газорегулирующих установках (ГРУ) — непосредственно в помещениях, где расположены потребители газа — в цехах и котельных.

Каждый ГРП имеет фильтр очистки газа, предохранительно-запорный клапан, регулятор давления, предохранительный клапан на выходе газа и манометры на входе и выходе. Продувочные свечи обязательны на газопроводе, ГРП и ГРУ.

Из-за огромных масштабов газификации и отдаленности сырьевой базы от основных потребителей большое значение имеют подземные хранилища газа. Они служат для выравнивания неравномерности в сезонном потреблении газа, а также для хранения государственного запаса. В качестве подземного хранилища могут использоваться пласты пористых пород, куполообразные полости или выработанные газовые или нефтяные месторождения.

Во избежание утечек газа кровля над пластом или куполом должна быть герметичной (например, из пластичных глин, плотных известняков). В такие хранилища на глубину нескольких километров под высоким давлением (до 10 МПа) во время наимень-

шего потребления газа (летом) закачивают избыток подаваемого газа. Во время наибольшего потребления (зимой) его расходуют.

Подземные хранилища газа значительно увеличивают устойчивость газоснабжения. Ресурсы подземных хранилищ рассматриваются как неприкосновенный государственный запас, используемый при максимальных нагрузках и только для обеспечения коммунально-бытовых нужд. Большая протяженность газовых магистралей обеспечивает запас газа и тоже может считаться резервом (правила проектирования и сооружения магистральных газопроводов).

Внутригородские сети могут быть:

- тупиковыми;
- кольцевыми (надежнее, чаще всего в городах);
- смешанными.

Кольцевые газопроводы дороже тупиковых, но обеспечивают более равномерный режим давления газа, удобнее в эксплуатации и надежнее в случае аварии. Средние и крупные города имеют смешанную систему.

Магистральные трубопроводы изготавливаются из стальных труб методом сварки и имеют, как правило, подземное расположение. Диаметр наиболее крупных магистральных газопроводов достигает 2520 мм. Чугун запрещен из-за низкой коррозионной стойкости. Применяют также пластмассовые, винипластовые, полиэтиленовые, асбестоцементные трубы.

Все ГП располагаются на глубине не менее 0,6 м до верха трубы. Через реки ГП высокого давления проходят по самостоятельным трассам в две нитки, с пропускной способностью каждой до 75 % от максимально расчетного. Если газ неосушенный, от верха ГП до поверхности земли не менее 1,7 м (исходят из условий промерзания грунта).

Для выключения отдельных участков газопровода высокого и среднего давления служат задвижки, устраиваемые в колодцах различных типов с расходомерами. На магистральных газопрово-

дах низкого давления задвижки, как правило, не устанавливают, за исключением мест подходов к мостам, дюкерам и пересечениям с железными и автодорогами, где установка отключающих устройств обязательна. Для отключения потребителей на вводах в дома и в квартирах имеются задвижки или краны. Все задвижки подземных газопроводов размещаются в колодцах.

Для компенсации термического расширения и сжатия металлических трубопроводов применяют компенсаторы (рис. 7). Удаление и сбор конденсата, который образуется в газопроводе при охлаждении паров воды, содержащихся в газе, осуществляется через конденсат-сборники (горшки), устанавливаемые в местах изменения уклонов. Для контроля над герметичностью устанавливают контрольные трубы.

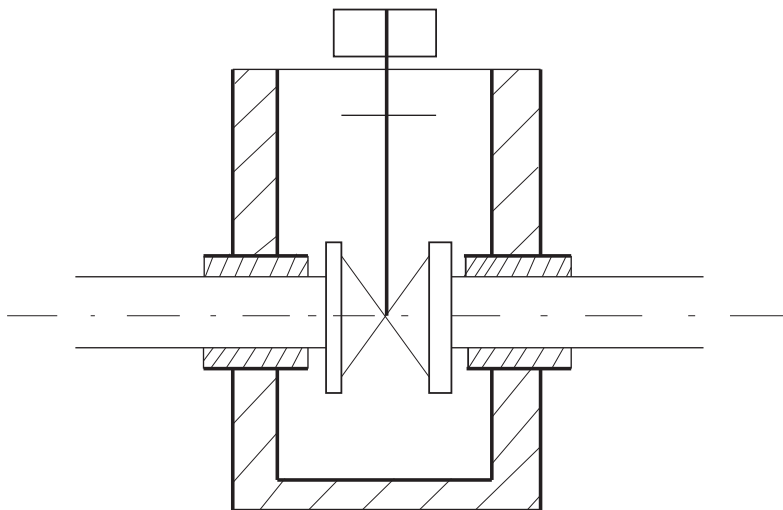


Рис. 7. Компенсатор

В городе, как правило, используют одно-, двух-, трех- или многоступенчатые системы распределения газа (рис. 8). В небольших

городах и населенных пунктах чаще всего встречается одноступенчатая система с подачей газа потребителям только по газопроводам одного давления (как правило, низкого).

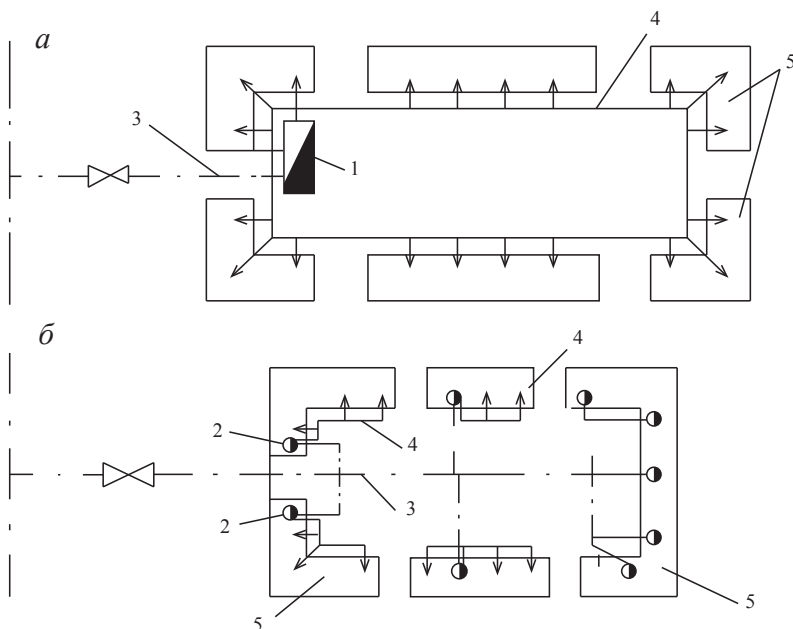


Рис. 8. Схема газоснабжения в жилых кварталах с многоэтажной застройкой (а), со смешанной застройкой (б):
 1 — шкафная регуляторная установка; 2 — домовый регулятор давления;
 3 — газопровод среднего давления; 4 — газопровод низкого давления

В крупных городах применяют многоступенчатую систему газоснабжения, при которой газ распределяется по газопроводам всех типов давлений. На рис. 9 показана двухступенчатая схема газоснабжения жилых зданий.

Особенностью газоснабжения промышленных предприятий является тот факт, что большая часть газа используется в виде

топлива. Питание предприятий производят от закольцованной распределительной сети высокого и среднего давления (рис. 10). Крупные предприятия для большей устойчивости газоснабжения подключают через 2 независимых ввода, которые запитаны от разных газовых магистралей. На каждом вводе устанавливают отсеченные устройства. Для каждого цеха на вводе газа также устанавливают отключающие устройства. ГП на территории предприятия имеет либо подземное, либо наземное исполнение. Внутри цехов используют, как правило, тупиковые газопроводы.

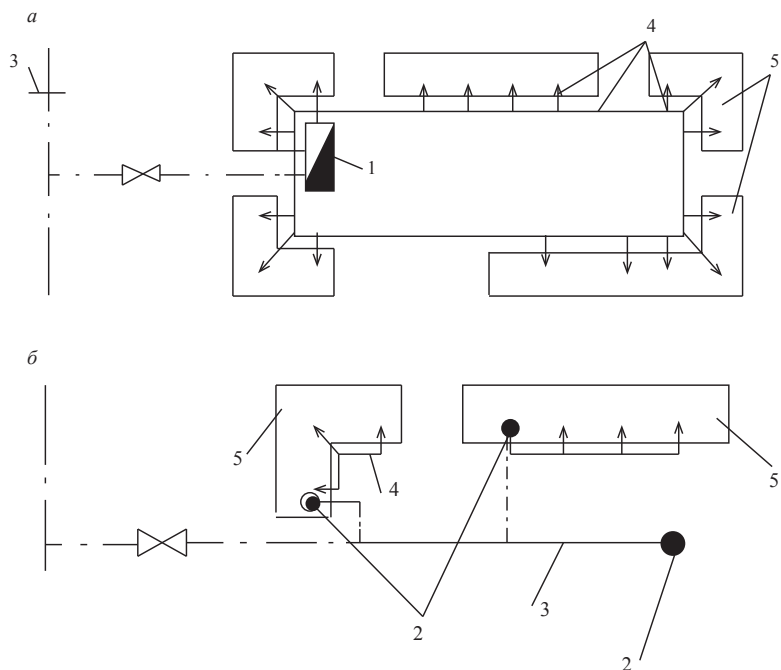


Рис. 9. Кольцевая (а) и смешанная (б) двухступенчатая:

- 1 — шкафная регуляторная установка; 2 — домовой регулятор давления;
3 — газопровод среднего давления; 4 — газопровод низкого давления;
5 — здания

Устойчивость систем газоснабжения

При разрушении или повреждении газовых сетей и сооружений в очаге поражения от воспламенения газа могут возникнуть дополнительные пожары. При выходе газа без воспламенения отдельные помещения, подвалы, коллекторы могут оказаться загзованными. Это может привести к взрывам, отравлениям и усложнить спасательные работы.

Ряд мероприятий может увеличить надежность работы системы газоснабжения в условиях ЧС и улучшить обстановку проведения для аварийно-восстановительных работ.

Наиболее уязвимы здания (всегда наземные) ГРС и ГРП. Для уменьшения последствий взрыва предусматривают специальные строительные мероприятия для выхода продуктов сгорания — большие оконные проемы.

Системы газоснабжения крупных городов должны получать газ от нескольких источников, что увеличивает надежность газоснабжения. Для этого используют резервное топливо (мазут), подземные емкости с газом, кольцевые распределительные сети, установку отсечных устройств (задвижек). Чем чаще стоят задвижки, тем меньше потребителей отключатся при аварии.

Характеристика возможных разрушений систем газоснабжения зависит от обстоятельств развития ЧС. Повреждения газовых сетей и сооружений с утечкой газа могут произойти в результате действия следующих причин: коррозии трубопроводов, появления неплотности соединений в арматуре, резьбе и фланцев трубопроводов, при переломах труб, появлении трещин и т. п. Повреждения ГП возможны также при обрушении зданий, сотрясении и подвижке грунта, землетрясениях, взрывах.

ГРП выполняются в специальных отдельно стоящих строениях или шкафах на отдельно стоящих несгораемых опорах. Установка ГРП только надземная, в зданиях I и II степени огнестойкости. ГРП с давлением до 300 кПа допускается размещать вне зданий в шкафах на стене газифицируемого здания не менее III степени огнестойкости, но не под окнами и балконами.

Все электрооборудование, контрольно-измерительные приборы (КИП) и телефонные аппараты, устанавливаемые в ГРП, должны быть во взрывозащищенном исполнении в соответствии с требованиями ПУЭ. В противном случае они должны быть в помещении, изолированном от помещения ГРП.

Строения или пристройки к зданиям должны отвечать требованиям, установленным для производств категории А; должны быть одноэтажными I или II степени огнестойкости с покрытием легкой конструкции массой не более 120 кг на 1 м² и полами из труднотгораемых, не дающих искры при ударе материалов; двери помещений должны открываться наружу.

Электроосвещение ГРП должно выполняться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к помещениям класса В-Ia, согласно ПУЭ.

Отключающие устройства ставятся на выходе из ГРП, на ответвлениях к предприятиям и на вводах в здания. В отличие от систем водоснабжения, на которых должны приниматься меры для подачи городу максимального количества воды, здесь для уменьшения пожаров требуется максимально сократить подачу газа. Переход на минимальную подачу газа в город может быть осуществлен отключением второстепенных потребителей путем подачи газа из газгольдеров при понижении давления в распределительной сети. Устанавливается режим работы системы, при котором в газовую систему будет поступать минимальное количество газа под минимальным давлением для обеспечения ограниченных нужд потребителей.

Аварийно-восстановительные работы на системах газоснабжения

Основная опасность при аварийно-спасательных работах — утечка газа.

Аварийные работы на городских газовых сетях связаны с предотвращением и ликвидацией загазованности укрытий и других помещений, где могут находиться люди. Там ведутся эвакуационно-спасательные работы, а также работы по ликвидации очагов воспламенения в местах утечки газа.

Из поврежденного ГП газ просачивается через грунт, поднимается до плотного покрытия магистралей и проездов, т. е. асфальта, бетона, а зимой — до замерзлого слоя земли и распространяется по имеющимся полостям, в песчаных прослойках иногда на большие расстояния. Из ГП высокого и среднего давления газ в грунте распространяется со скоростью до 6 м/ч.

Особо опасно попадание газа в теплофикационные, кабельные и комбинированные коллекторы, по которым газ может проникать в подвалы домов и колодцы.

При аварии на газопроводе необходимо незамедлительно произвести работы по отысканию мест утечки. Для этого у аварийной бригады должен быть план трассы ГП со всеми имеющимися установками (сетевыми колодцами, задвижками, контрольными трубками). На плане должны быть нанесены все коммуникации и сооружения водопровода, канализации, телефона, кабельных линий, подвальных и полуподвальных помещений в полосе порядка 50 м от оси ГП.

Места утечки можно определить по внешним признакам. На избыток газа в воздухе и почве реагирует растительность: желтеет и увядает; если поверхность земли покрыта водой, появляются пузырьки. При значительных утечках из ГП среднего и высокого давления можно услышать шипение выходящего газа. А собаки обнаруживают места утечки даже под асфальтом на глубине около 1 м.

Наличие газа в воздухе проще всего определить по запаху. Однако природный очищенный газ почти не имеет запаха, поэтому в газовые сети населенных пунктов к основному газу подмешивают одорант — этилмеркаптан.

Подземные трубопроводы при утечках фильтруют газ через почву, и без газоанализатора определить утечки невозможно. Для контроля на особо ответственных участках ГП ставят контрольные трубы.

Если по внешним признакам невозможно определить утечки, то бурят контрольные скважины и устанавливают газоиндикаторы типа ПГо2М1 или шахтные интерфераторы типа ШИ-11, которые

определяют наличие метана в концентрациях до 0,6 %, и другие специальные приборы.

7.2.3. Системы водоснабжения

Под *системой водоснабжения* понимают комплекс искусственных сооружений, каналов, трубопроводов и устройств, с помощью которых забирают воду из открытых или подземных источников и подают потребителям (рис. 11).

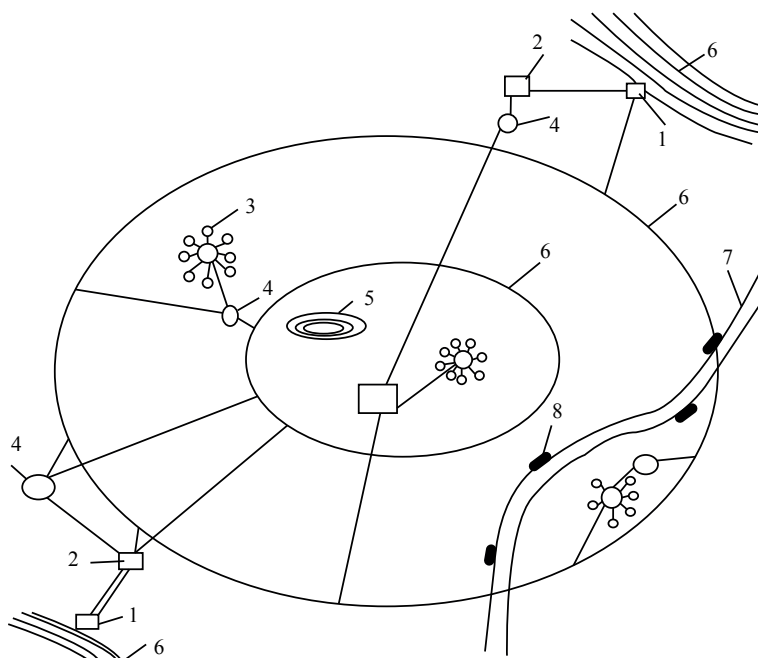


Рис. 11. Принципиальная схема водоснабжения города:

1 — водозаборные сооружения и насосная станция 1-го подъема; 2 — насосная станция второго подъема; 3 — куст артезианских скважин; 4 — резервуары с запасами чистой воды; 5 — водозаборы на резервных источниках; 6 — магистральные трубопроводы (кольцевые); 7 — источники водоснабжения (поверхностные); 8 — насосные станции на источнике водоснабжения

Система водоснабжения необходима:

- для питьевых нужд;
- тушения пожаров;
- санитарной обработки людей;
- дезактивации, дегазации территорий, сооружений и техники;
- обеспечения нужд, связанных с работой медиков,
- и др. целей.

Надежность работы системы водоснабжения зависит от источника получения воды, которыми служат поверхностные воды (реки, озера, водохранилища) и подземные источники (артезианские, подрусловые, грунтовые, родниковые). Наиболее уязвимы к загрязнению небольшие открытые водные источники. Реки и каналы имеют большой расход воды, быстрое течение, в них происходит быстрая сменность воды, что дает возможность через определенное время пользоваться проточной водой иногда даже без очистки.

Подземные воды надежно защищены от радиоактивного загрязнения, токсичных, биологических загрязнителей. В то же время подземные источники дорогие и иногда имеют малый дебит воды в скважинах. Чаще всего ими пользуются в небольших и средних населенных пунктах. В больших городах не более 15 % от общего количества воды поступает из подземных источников.

В систему водоснабжения города входит:

- источник водоснабжения;
- головные водозаборные сооружения;
- насосные станции I, II подъема;
- водоводы.

Основные элементы системы водоснабжения

От устойчивости водозаборных сооружений и живучести зависит работа всей системы водоснабжения. По конструкции они бывают:

- русловые с самотечными линиями (рис. 12);

- береговые (рис. 13);
- плавучие;
- передвижные;
- инфильтрационные.

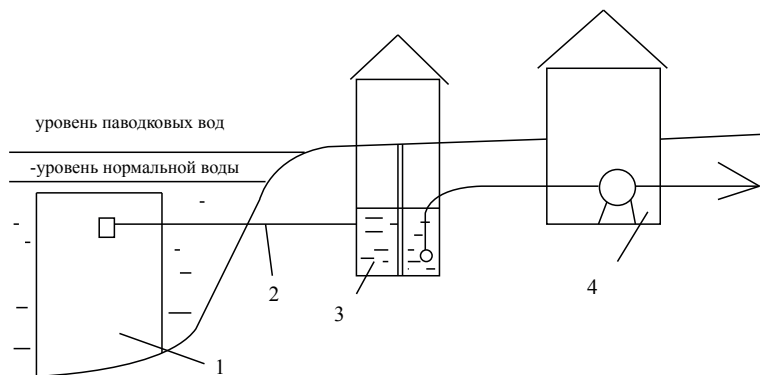


Рис. 12. Руслые водозаборные сооружения:

- 1 — оголовок; 2 — самотечные линии; 3 — береговой колодец;
4 — насосная станция

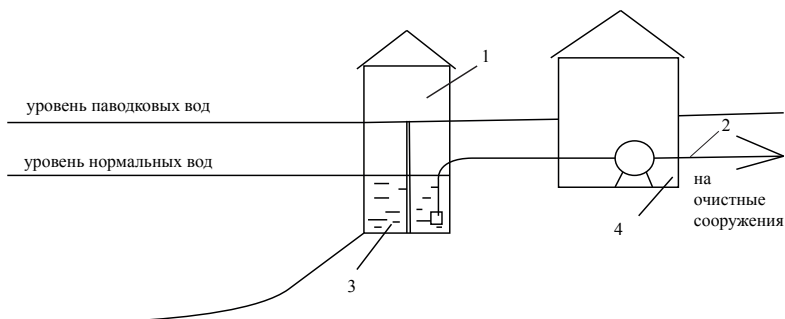


Рис. 13. Береговые водозаборы раздельного типа (не совмещенные с насосной станцией):

- 1 — оголовок; 2 — самотечные линии; 3 — береговой колодец;
4 — насосная станция

Выбор типа водозаборных сооружений обусловлен конкретными условиями местности, характером водоисточника, гидрогеологическими условиями, например:

- русловые водозаборные сооружения с самотечными линиями устраивают чаще всего при недостаточных глубинах источника, загрязненности воды, слабых грунтах у берега;
- наиболее распространенным типом водозаборных сооружений являются береговые, причем береговой колодец и насосная станция, как правило, совмещаются в одном сооружении.

Водозаборные сооружения инфильтрационного типа имеют следующее преимущество: вода к насосной станции поступает предварительно отфильтрованная через слой грунта. Это дает хорошие санитарные и питьевые качества воды, так как она при фильтрации освобождается от взвешенных частиц и частично от бактерий. Но применение водозаборных сооружений инфильтрационного типа возможно только тогда, когда берега рек сложены из хорошо фильтрующихся грунтов — гальки, гравия, крупнозернистого песка.

Несколько проще система водоснабжения, основанная на использовании подземных вод. Водозабор состоит из приемного устройства в виде трубчатых (буровых) колодцев, шахтных колодцев, лучевых и горизонтальных водозаборов. Здесь в некоторых случаях отпадает необходимость в очистных сооружениях. Обычно вода из артезианских скважин попадает в резервуары чистой воды, а оттуда — в городскую сеть.

Плавучие насосные станции на баржах или специальных понтонах применяют при значительных сезонных колебаниях уровня воды в водных источниках (рис. 14). Они могут служить дополнительным средством подачи воды пострадавшему от ЧС городу.

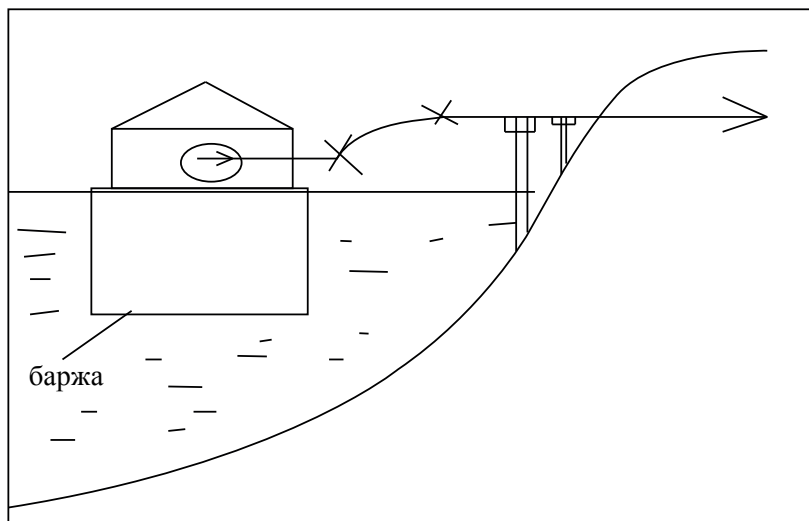


Рис. 14. Плавучие насосные станции

Насосные станции 1-го подъема подают воду из водозаборных сооружений на очистку к резервуарам чистой воды. Насосные станции 2-го подъема увеличивают напор воды и подают воду в городскую водопроводную сеть. Если позволяет рельеф местности, их может не быть.

Резервуары чистой воды служат запасом и выравнивают расходы при колебании суточного потребления.

Водонапорные башни обеспечивают напор воды и регулируют ее подачу в водопроводную сеть.

Насосные станции располагают в железобетонных опускных колодцах, т.е. в специальных заглубленных капитальных сооружениях I, II степени огнестойкости.

Водоводы подают воду в городскую сеть. Городская водопроводная сеть состоит из магистральных и распределительных сетей.

Магистральные водопроводы подают воду транзитом в отдельные районы города, распределительные водопроводы — напрямую к потребителям (дома, заводы, пожарные гидранты).

По назначению распределительные водопроводы подразделяются на хозяйственно-бытовые (высококачественная вода) и технические (поливка улиц, газонов, мытье машин). В городах и крупных поселках системы водоснабжения, как правило, подают высококачественную воду. На крупных предприятиях, где на производственные цели требуется большое количество воды, экономически целесообразнее схема с упрощенной очисткой — подают техническую воду.

Раздельное водоснабжение: хозяйственно-питьевая, техническая, противопожарная — применяется для высоких зданий и сооружений.

По месту прокладки водопроводы делят на наружный водопровод и внутренний.

Для водоводов от насосных станций до городской сети применяют прочные трубы из стали или чугуна, асбестоцемента, железобетонные насосные трубы. Стальные трубы диаметром до 1620 мм с толщиной стенок 7–16 мм рассчитаны на рабочее давление 1–1,5 МПа. Также применяют электросварные трубы диаметром 426–1620 мм и толщиной стенки 7–16 мм.

Стальные трубы соединяют сваркой, что обеспечивает прочность и герметичность соединений. Чугунные трубы с внутренним диаметром 50–1050 мм, рассчитанные на рабочее давление до 1 МПа, обладают высокой противокоррозионной стойкостью. Стыки заделываются сначала просмоленным или битуминизированным уплотнителем, затем асбоцементом, цементом или серосплавом. Монтаж узлов водопроводной сети и уста-

новку сетевой арматуры осуществляют с помощью фасонных частей, изготавливаемых из чугуна заводским способом. Недостаток чугунных труб — хрупкость, которая приводит к значительным авариям в результате просадок и динамических воздействий.

При давлении 0,3–1 МПа иногда применяют асбестоцементные трубы с внутренним диаметром 50–546 мм, их недостаток — хрупкость.

В последнее время получили распространение железобетонные напорные трубы с внутренним диаметром 500–1500 мм. Трубы соединяют раструбами или надвижными муфтами.

Водопроводные сети оборудуют запорной, водозаборной и предохранительной арматурой: кранами, предохранительными клапанами; обратными клапанами; воздушниками и т. д. Водопроводная арматура устанавливается в специальных колодцах, сделанных из кирпича или сборных железобетонных конструкций. Обычно колодец состоит из рабочей камеры и горловины, закрываемой чугунной крышкой. Круглые колодцы при массовом строительстве, прямоугольные — на трубопроводах больших диаметров для установки сетевой арматуры.

Водопроводные задвижки служат для отключения разводящих линий и разделения сети на отдельные ремонтные участки. Для избежания гидравлического удара вся запорная арматура основана на принципе постепенного закрытия сечения трубы.

В системах водоподготовки вода очищается и обеззараживается с помощью хлорирования, озонирования, применения бактерицидного облучения либо воздействия диоксида хлора (рис. 15). Очистка воды от взвешенных частиц происходит путем смешения воды с коагулянтом (например, хлоридом железа), ускоряющим выпадение осадка в отстойниках. Затем вода фильтруется через песчаные фильтры, где задерживаются мелкие взвешенные частицы и до 98 % бактерий. Могут использоваться и биологические фильтры.

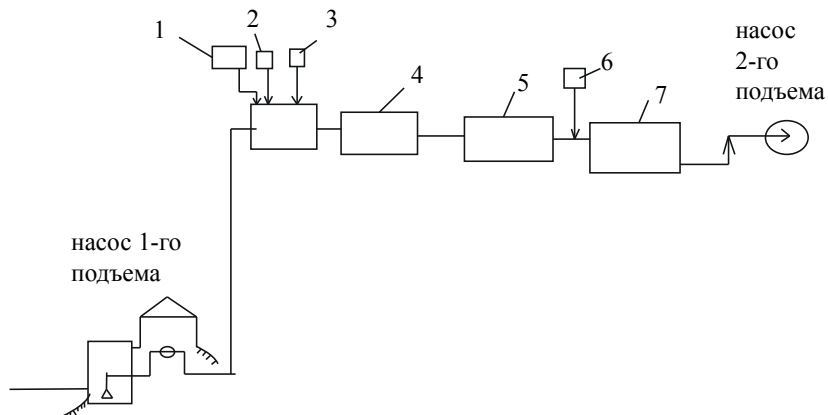


Рис. 15. Схема очистки воды на очистных сооружениях водопроводной станции:

- 1 — смешивание воды с коагулянтот (от взвешенных частиц); 2 — коагулирование (например, хлорид железа); 3 — известкование; 4 — отстаивание; 5 — фильтрация (через песчаные фильтры, 98 %); 6 — хлорирование (озонирование, диоксид хлора); 7 — резервуар чистой воды

Системы водоснабжения промышленных предприятий

Многие производства связаны с потреблением большого количества воды. Например, для выплавки 1 т чугуна требуется до 300 м^3 воды, для получения 1 т синтетического волокна — 500 м^3 , целлюлозы — 700 м^3 , высокосортной бумаги — до 3000 м^3 .

Вода на производстве требуется для охлаждения, промывки, гидротранспортирования, регулирования, отопления, парообразования. Водоснабжение промышленных предприятий может быть автономным, из городского водопровода.

В городских водопроводах около 40 % воды расходуется на промышленность.

Вода подается в сеть внутризаводского водовода непосредственно или с помощью местных насосных станций с собственны-

ми водонапорными башнями и подземными резервуарами для пожаротушения. Обязательно должно быть не менее двух вводов от городских линий.

Система водоснабжения отдельно стоящего предприятия в принципе не отличается от системы водоснабжения населенного пункта (рис. 16). В целях экономии воду необходимо использовать неоднократно. Количество воды можно увеличить за счет получения воды из заводских артезианских скважин.

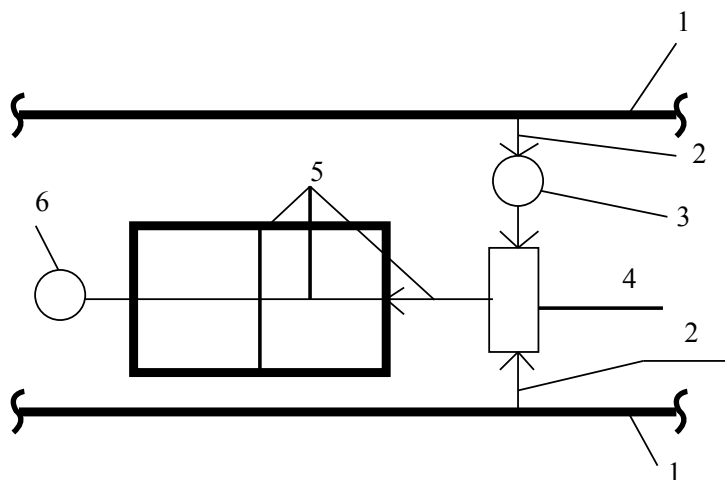


Рис. 16. Схема питания небольшого промышленного предприятия с ограниченным водопотреблением:

- 1 — городские магистрали; 2 — ввод; 3 — резервуар запаса воды; 4 — насосная;
5 — внутризаводская водопроводная сеть; 6 — водонапорная башня

Системы производственных водопроводов могут быть прямоточными (рис. 17, а), последовательными (рис. 17, б), оборотными (рис. 17, в) и повторного использования воды (рис. 17, г).

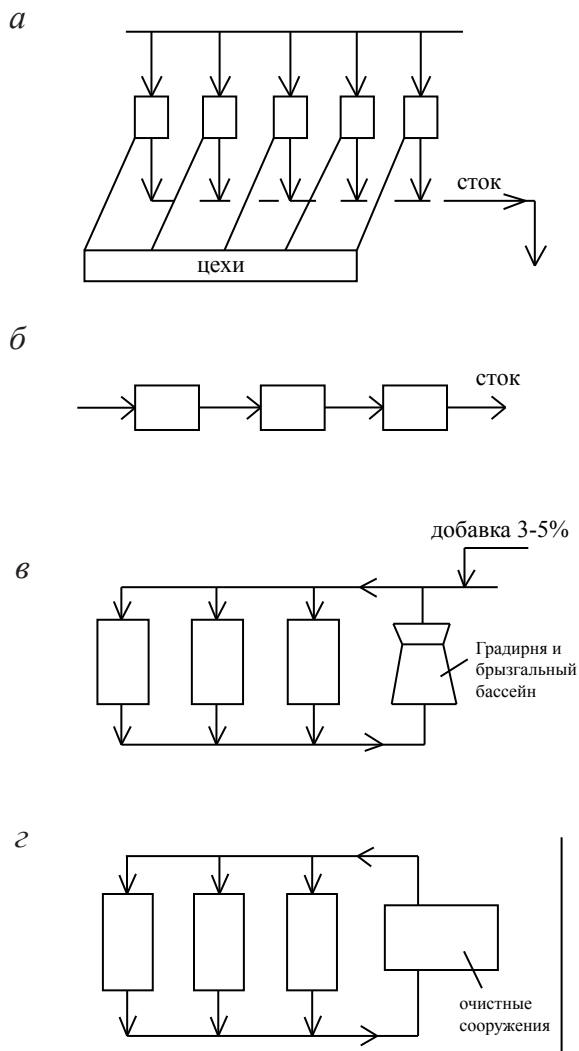


Рис. 17. Системы водопровода:

а — прямоточная; *б* — последовательная; *в* — оборотная; *г* — повторная

Устойчивость систем водоснабжения при ЧС.

Устойчивость систем водоснабжения при ЧС определяется возможностью сохранения работоспособности системы и подачи необходимого количества воды при разрушении отдельных элементов. Система водоснабжения представляет большой и сложный комплекс различных зданий и сооружений, энергетических устройств и линий электропередач. Часто эти сооружения разбросаны на большой территории и удалены друг от друга на значительные расстояния. Поэтому очень мала вероятность того, что все элементы системы водоснабжения могут быть выведены из строя одновременно.

Рассмотрим некоторые вопросы, связанные с обеспечением устойчивости и повышением надежности работы систем водоснабжения. Наиболее слабым звеном системы водоснабжения являются наземные здания и сооружения, в том числе трансформаторные и особенно насосные станции. Поэтому насосные станции 1-го и 2-го подъема должны строиться с учетом их защиты от чрезвычайных факторов и при эксплуатации, и при ЧС. Самые значимые элементы системы целесообразно размещать под землей.

Наземные насосные здания должны быть выполнены I или II степени огнестойкости. Для города необходимо проектировать не менее 2–3 источников водоснабжения, для промышленных предприятий — не менее 2–3 вводов от городских магистральных трубопроводов. Для увеличения надежности водоснабжения и выполнения ремонтных работ, для отключения каких-либо элементов или сооружений необходимо включать в разводку трубопроводов перемычки, отводные линии (байпасы). Строительные конструкции (насосные, плотины, очистные сооружения) должны иметь запас строительных материалов, химических антидотов, хлора, оборудования для быстрой замены поврежденных участков. Очистные сооружения водопроводных станций должны быть приспособлены для специальной обработки воды,

если она заражена радиоактивными, химическими или бактериологическими веществами. В воду добавляют соответствующие химические реагенты на насосной станции с последующей ее обработкой на очистных сооружениях. Порядок обработки воды зависит от характера и степени заражения. Водопроводная сеть обычно закольцовывается, что увеличивает возможность маневра водой путем обхода поврежденных или разрушенных участков.

Для отключения повреждений предусматриваются задвижки и вентили. Ремонтные участки должны быть таких размеров, чтобы в случае аварии или ремонта обеспечивалась подача воды потребителям, требующим непрерывного водоснабжения, и выключались из работы одновременно не более 5 пожарных гидрантов. Задвижки, вентили в водопроводных колодцах должны быть вне зоны возможных завалов. Для надежности делают взаимное резервирование автономных систем водоснабжения отдельных предприятий и городских систем. Устойчивость артезианских скважин обеспечивается защитой воды от заражения на поверхности земли и созданием надежного энергоснабжения.

Для разрушения заглубленных трубопроводов требуется давление равное 200 кПа. Чем меньше диаметр, тем устойчивее трубопровод. Подземные водопроводы разрушаются в результате волны сжатия грунта, которое вызывает их неравномерное смещение, например, при землетрясении. Особенно слабым звеном являются места соединения и ввода в здания, поэтому должно быть не менее двух вводов.

Профилактические мероприятия на сетях водоснабжения

В качестве профилактики размыва плотин и возникновения ЧС на водных источниках рекомендуется выполнять рекомендации:

- предварительный сброс воды из водохранилища до пределов, удовлетворяющих минимальные потребности

- в воде на расчетный период и полное аварийное водопотребление;
- надзор и контроль соответствующих служб за уровнем воды в водохранилище;
- отсутствие поселений в низких местах и опасной зоне развития волны прорыва;
- наличие резервов для восстановления водозаборных сооружений;
- восстановление насосных станций;
- восстановление емкостных сооружений;
- устранение повреждений на трубопроводах и сетевой арматуре;
- размораживание труб в зимнее время.

Наиболее устойчивыми и надежными являются водозаборные сооружения инфильтрационного типа. В водозаборных сооружениях руслового типа слабым местом могут оказаться самотечные линии. В случае их разрушения можно проложить временные трубопроводы из металлических, железобетонных труб. При невозможности выполнения этих работ в заданные сроки необходимо прорыть землеройными средствами открытый землеройный канал к береговому колодцу и обеспечить забор воды из водоисточника.

При разрушении или повреждении насосных станций, аварийные работы должны быть направлены на расчистку внутренних помещений от завала, ремонт и восстановление хотя бы части насосов, обеспечение их энергопитанием. При полном разрушении насосных станций первого подъема необходимо использовать резервные насосные установки или оборудовать временные, которые могут быть сооружены на берегу, прибрежных подмостках, плотам и других удобных местах.

Энергопитание должно быть обеспечено от электросетей, передвижных электростанций или двигателей внутреннего сгорания с генераторами.

При выходе из строя насосной станции 2-го подъема вода по обводным линиям подается в сеть непосредственно со станции 1-го подъема. Разрушенные очистные сооружения, запасные резервуары должны быть отключены. Это резервуары чистой воды, очистные сооружения, пожарные резервуары, водонапорные баки. Емкости отключают от системы водопровода, освобождают от воды, извлекают поврежденные или разрушенные элементы конструкций. С поврежденного участка бетонной конструкции удаляют разрушенный бетон, разорванную арматуру заменяют новой, ставят опалубку, бетонируют. При недостатке времени к бетону добавляют ускоритель твердения, например хлористый кальций. Для временной заделки пробоин используют кирпич, камень, железобетонные элементы, дерево. Для изоляции емкости с наружной стороны на пробойну накладывают пластырь из мятой глины толщиной примерно 0,6–0,8 м.

Пробойну железобетонной стенки водонапорного бака закладывают с наружной стороны бака двойным деревянным щитом с просмоленным брезентом или войлоком внутри с помощью круглых брусков и бандажей. Поверхность щита со стороны бака покрывают двойным слоем битума. Деревянный щит можно также устанавливать внутри бака. В этом случае его прижимают круглыми брусками и болтами.

Трещины в стенках железобетонных емкостей временно заделывают с внутренней стороны пластырем из двух слоев просмоленного брезента, приклеиваемого к стенке мастикой.

Пробоины в металлических баках заделывают с внутренней стороны накладками из тонколистовой стали (рис. 18). Накладка должна иметь толщину равную толщине стенок бака и заходить за кромку отверстия не менее 5 см. Сварку выполняют по всему периметру отверстия и наружному обрезу заплаты.

Различные повреждения на трубопроводах и сетевой арматуре в массовом масштабе могут возникать при ЧС.

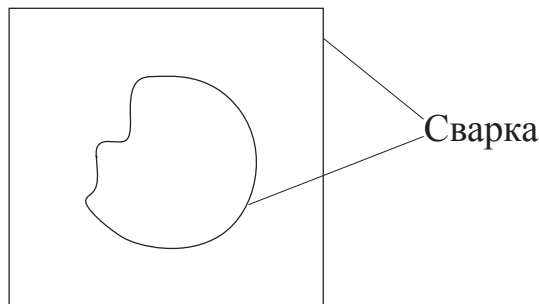


Рис. 18. Заделка пробоины в металлической трубе

Рассмотрим подробнее способы устранения возможных сетевых повреждений. Нарушенная водопроводная сеть состоит из труб, прокладываемых в грунте, и сетевой арматуры, установленной в колодце (как правило). ЧС необходимо принять решения.

Если в результате анализа ситуации ЧС есть необходимость восстановления отдельных участков сети и повреждения небольшие, то выполняют: заделку отдельных мест утечек; ремонт раструбных или сварных соединений труб; замену отдельных участков трубопроводов; замену сетевой арматуры. Если объемы работ большие и невозможно их быстро выполнить, то принимают другие меры: сооружают временные линии, перепуски, обводные магистрали. В неотложных случаях разорванные трубопроводы на короткое время соединяют гибкими вставками из брезента, резины, пластика и закрепляют их меж хомутами или проволокой, а также надвижными муфтами. Щель между муфтами и трубами

водопроводной линии заделывают деревянными клиньями, просмоленными пеньковой прядью.

При повреждении водоводов из чугунных труб поврежденные трубы удаляют, укладывают новые, а в местах соединения ставят подвижные муфты. Раструбы заделывают просмоленной пеньковой прядью и зачеканивают свинцом или быстросхватывающимся серопесчаным сплавом.

Размораживание водопроводных труб небольшого диаметра проводят паяльной лампой, большого — пуском внутрь горячей воды или пара низкого давления. Быстрее и удобнее всего трубы, за исключением чугунных, а также за исключением цемента в асбестоцементных заделках, можно разморозить электроподогревом с помощью трансформатора.

Аварийные работы при ЧС на системах водоснабжения

Обычные приемы и способы производства работ по устранению различных аварий и повреждений, возникающих в ходе эксплуатации водопроводных сетей и сооружений, применимы и для ликвидации последствий ЧС. Особенности аварийных работ при ЧС являются:

- необходимость проведения спасательных работ;
- предотвращение дальнейших разрушений;
- много рабочей силы и техники, которые находятся в наличии или могут быть изысканы на месте;
- предельно сжатые сроки, от которых зависит объем выполнения работ;
- обеспечение необходимым количеством воды.

Задачи аварийных работ следующие.

1. Обеспечение движения транспорта и людей.

Разрушения или повреждения водопроводных линий вблизи дорожного полотна могут привести к затоплению или размыву отдельных участков дорог, проездов в случае, если сток через ливневые водостоки и уличную канализацию затруднен из-за повреждения или завала водоприемных колодцев. В таком случае необходимо:

- отключить поврежденный или разрушенный участок с последующим отводом воды от дорожного полотна;
- расчистить и раскопать канализационные колодцы;
- устроить временные сооружения (настилы, мостики, эстакады), по которым смогут проходить люди и техника.

2. Обеспечение водой для тушения пожаров.

В данном случае выполняется расчистка и подготовка колодцев и пожарных гидрантов для подсоединения к ним средств тушения пожаров. Обеспечивается забор воды из искусственных водоемов (пруды, озера, реки).

3. Восстановление плотин, дамб.

Возможность нормального забора воды из открытого водного источника обеспечивается водоподъемными плотинами (обычно земляными).

Что делать, если произошло размытие тела плотины? В про-ран сбрасывают крупные камни, блоки, кубы, которые не сможет унести поток воды. По мере ослабления потока сбрасывают камни меньших размеров, потом с верхового откоса отсыпают мелкий камень, щебень и, наконец, суглинок до полного прекращения фильтрации воды. Затем насыпают слой песка и производят обычное крепление. Для ликвидации протекания воды через промоину может потребоваться забивка 1–2 рядов шпунта параллельно оси плотины. Забивку следует производить одновременно с боков к центру с тем, чтобы стык пришелся на середину прорана. Шпунт должен войти на 2–3 м в неповрежденную часть плотины. После смыкания шпунтного ряда плотину засыпают с соответствующим уплотнением грунта. Для аварийных целей необходимо иметь запасы материалов (камни, мешки, доски), транспортные средства (самосвалы, прицепы) и специальную технику (экскаваторы, бульдозеры, скреперы).

Для успешного выполнения аварийных работ необходимо привлечение обученных формирований, знакомых со спецификой этих работ и имеющих навыки их производства. Эти формирова-

ния должны создавать на базе водопроводных эксплуатационных служб. Для выполнения неотложных аварийных работ в очаге ЧС создают специализированные команды ГО — сетевые аварийно-технические команды.

Команды формируются на базе соответствующих водопроводных служб. Они должны иметь ремонтно-водопроводные машины и средства механизации.

7.2.4. Системы канализации

В результате жизнедеятельности города и выпадения атмосферных осадков с городских территорий должно удаляться значительное количество сточных вод: бытовых, хозяйственных, промышленных, атмосферных. Прием и отвод за пределы города сточных вод, включая их очистку, осуществляется комплексом инженерных сетей и сооружений — системой канализации (рис. 19).

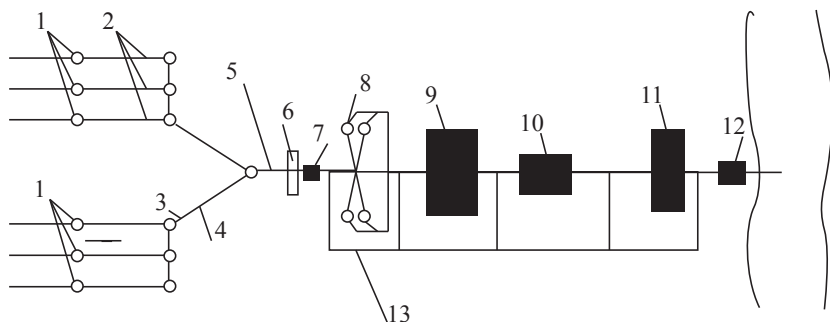


Рис. 19. Схема городской канализации с очистными сооружениями (биофильтрами):

- 1 — смотровые колодцы; 2 — коллекторы; 3 — аварийный сброс; 4 — станция перекачки; 5 — главный коллектор; 6 — решетка; 7 — песколовка;
- 8 — первичные отстойники; 9 — биофильтры; 10 — хлораторная;
- 11 — вторичные отстойники; 12 — сбросные сооружения; 13 — аварийный обводной коллектор

Сточные воды из разных зданий, промышленных и других сооружений стекают в дворовую или внутриквартальную канализационную сеть по отводным линиям и стокам, проложенным внутри зданий.

Наружная канализация состоит:

- из дворовых или внутриквартальных сетей;
- уличной сети с сетевыми сооружениями;
- магистральных коллекторов, каналов;
- очистных сооружений.

По сетям дворовой и внутриквартальной канализации сточные воды отводятся в уличную сеть, а по ней — за пределы жилых районов и территорий промышленных предприятий. Сточные воды от нескольких уличных или заводских сетей по канализационным магистралям большого диаметра собираются в главные коллекторы (или каналы), по которым отводятся на очистные сооружения.

В зависимости от характера отводимых сточных вод канализация может быть:

- общесплавной (все городские воды отводятся единой сетью труб);
- раздельной — сильнозагрязненные воды отводятся по одной сети, дождевые воды — по другой;
- полураздельной комбинированной системой.

На предприятиях, удаленных от городов, в зависимости от специфики производства канализация может быть общесплавной или раздельной, иметь раздельные сети (производственную, ливневую, фикально-хозяйственную).

Особенности систем канализации предприятий

Предприятия, расположенные в городах, чаще всего имеют те же сети, что и городская канализация. Однако имеют место случаи, когда предприятие вынуждено отводить большой объем сильнозагрязненных производственных стоков в пригородную зону на очистные сооружения, а остальные стоки сбрасывать в городские канализационные сети.

Как правило, сети канализации устраивают самотечными и безнапорными, для чего трубы укладывают с необходимым уклоном. Кроме того, исходя из экономических соображений при большой протяженности сети коллекторов и малых уклонах поверхности земли устраивают канализационные насосные станции для перекачки сточных вод из заглубленных коллекторов на очистные сооружения или в коллекторы с меньшей глубиной заложения и для очистки и обеззараживания сточных канализационных вод от содержащихся в них примесей органического и неорганического происхождения.

В зависимости от степени загрязненности воды и санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к очистке, применяют механический, химический и биологический способы очистки сточных вод.

Механический способ очистки сточных вод — решетки, сита, песколовки, отстойники — для выделения и задержания нерастворимых примесей и загрязнителей.

Наиболее распространенный способ биологический: биологические фильтры, биологический ил. На полях орошения в результате биохимических процессов происходит минерализация загрязнений.

Для прокладки канализационных сетей применяются чугунные, керамические, бетонные, железобетонные трубы различных диаметров.

Канализационные коллекторы больших сечений делают из железобетонных труб или в виде бетонных и кирпичных закрытых каналов различного сечения, часто со сводами. Соединения выполняют с помощью раструбов, фальцев с накладным поясом или муфтами.

Для наблюдения за работой канализационных сетей, их промывки и устранения засоров устраивают смотровые колодцы. Их выполняют из бетонных колец, сборных железобетонных элементов и кирпичей, круглой и прямоугольной форм. Для сбора ливне-

вых вод устраивают дождеприемные колодцы, которые собирают атмосферные воды и отводят в общесплавную сеть.

В зависимости от назначения канализации колодцы подразделяют на ливневые, поворотные, узловые и перепадовые. К канализационным сооружениям относятся также дюкеры, переходы, камеры различного назначения, насосные станции, очистные сооружения и выпуски. *Дюкером* называют канализационный напорный трубопровод, устраиваемый при пересечении трассы с рекой, оврагом или подземным сооружением и проходящий под препятствием.

Устойчивость систем канализации при ЧС

При разрушении систем канализации города или ее элементов может произойти затопление сточными водами отдельных территорий города, участков улиц, подвальных помещений, что существенно замедляет работу по спасению людей в очаге поражения, кроме того, в жаркое время могут создаваться условия для возникновения очагов болезней и эпидемий.

Затопление наиболее вероятно на тех участках сети, где удаление сточных вод производится насосными станциями. В ряде случаев массовый излив сточных вод возможен из городских коллекторов, проложенных с большим уклоном, при повреждении отдельных участков из-за закупорки коллектора.

Раздельная система канализации при условии, что коллекторы обеих частей системы соединены между собой перепусками, дает возможность отключения поврежденных участков трубопроводов, и поэтому она является предпочтительной.

Для вновь проектируемых систем канализации городов и промышленных предприятий такие перепуски необходимо предусматривать в проектах и осуществлять в процессе строительства, а для действующих систем устраивать перепуски при реконструкции или ремонте сетей. Если перепуски заранее не сделаны, должны быть определены места, где при необходимости в аварийном порядке их следует соорудить.

На крупных канализационных коллекторах перед важными сооружениями (переход через реки, очистные сооружения и др.), при разрушении которых вследствие образовавшегося подпора в сети сточные воды могут выйти на поверхность, должны предусматриваться аварийные выпуски. О местах, куда в аварийных случаях должны сбрасываться сточные воды, заблаговременно договариваются с органами санитарного надзора и рыбоохраны.

Станции перекачки — наиболее важное звено в системах канализации. На ответственных участках они должны обеспечиваться надежным энергоснабжением. Для этого помимо основных питающих энергоисточников в условиях ЧС желательно иметь автономные дизельные или передвижные элементы станции.

Крупные станции перекачки часто строятся методом опускного колодца с прочными железобетонными стенами, причем большая часть оборудования размещается ниже поверхности земли. Такие станции без заметного удорожания можно выполнять в подземном варианте и при необходимости обеспечить определенную степень защиты.

Следует знать наиболее уязвимые места станций перекачки и заранее определить возможные объемы аварийных работ и меры предупреждения аварий.

В самотечных системах отключение отдельных участков невозможно, поэтому здесь при восстановлении разрушенного или поврежденного участка канализационных сетей потребуются специальная обводненная линия или устройство аварийного выпуска сточных вод.

Наиболее характерные разрушения систем канализации такие же, как и при разрушении водопроводных сетей, — нарушение стыков труб и коллекторов с образованием продольных и поперечных трещин. В большей степени подвержены разрушениям и повреждениям керамические и бетонные трубы. В меньшей степени разрушаются чугунные и стальные трубы. При разрушении канализационных труб и коллекторов происходит их закупорка, и ка-

нализационные воды изливаются на поверхность через близлежащие смотровые колодцы и просачиваются через грунт в местах повреждения трубопроводов. Очень опасен контакт водопроводов воды и сточных жидкостей в результате повреждений, что может привести к тяжелым заболеваниям и возникновению эпидемий.

Аварийные работы на системах канализации при ЧС

Аварийные работы заключаются в устранении и ограничении затоплений, препятствующих и затрудняющих проведение спасательных работ в очаге поражения. Для этого открывают аварийные сбросы на канализационных коллекторах перед поврежденными сооружениями.

В случае повреждения станции перекачки или выхода из строя системы энергоснабжения города (насосная станция обесточивается) приток сточных вод должен быть прекращен и направлен по аварийному сбросу, а при повреждении аварийного выпуска — временный упрощенный выпуск в виде открытой канавы. Во избежание разливов дно и откосы следует укрепить.

Аварийные работы на системе канализации проводят при угрозе затопления людей, находящихся под завалами, в подвальных этажах зданий или угрозе затопления проезжей части на наиболее важных путях движения.

Опасность затопления следует устранять путем устройства временных отводных каналов, лотков или перепускных труб для сброса сточных вод, минуя поврежденные участки и сетевые сооружения.

Наиболее простым способом перепуска сточных вод является устройство временных самотечных лотков, отводных каналов и траншей в обход поврежденных участков. При невозможности устройства самотечных перепусков перекачка сточных вод осуществляется с помощью передвижных насосов.

В ряде случаев может оказаться целесообразным пропуск сточных вод по траншее, проложенной между двумя канализационными колодцами или коллекторами. После устройства перепуска

или отводных линий поврежденный участок отключают, устанавливая заглушки.

Аварийные работы на сетях и сооружениях канализации мало чем отличаются от работ на системах водоснабжения, но имеют некоторые особенности:

- в результате аварии или разрушения в канализационную сеть могут попасть токсичные и горючие жидкости (кислоты, щелочи, нефть, бензин, керосин, сжиженный газ и др.);
- при разложении канализационных масс образуются вредные и взрывоопасные газы — метан, углекислота, сероводород. Поэтому при аварийных работах нельзя пользоваться открытым огнем и необходим контроль над качеством воздуха с помощью газоанализаторов. Сварку труб следует производить только при тщательном проветривании;
- работы в камерах и специальных колодцах проводят бригадой из не менее чем четырех человек; в проходных каналах и коллекторах — пять человек: один работает в коллекторе, по два наблюдающих находятся у каждого колодца.

Способы отвода сточных вод для устранения опасности затопления:

- пропуск сточных вод по лотку из колодца хозяйственной канализации в колодец ливневой канализации;
- пропуск вод в обход поврежденного участка трубы —
 - поврежденная труба;
 - аварийный перепуск;
 - зона завала;
 - труба ливневой канализации;
 - насос;
 - шланг.

7.2.5. Системы теплоснабжения

Тепловые сети в городе бывают:

- радиальные — простые в изготовлении;
- кольцевые — более надежны при ЧС;
- радиально-кольцевые — предпочтительны в крупных городах.

Кроме того, тепловые сети подразделяются:

- на магистральные (диаметр от 400 мм и более);
- распределительные (к потребителям).

Давление в теплосетях 0,6–1,4 МПа зависит от сети, рельефа местности или технологических нужд потребителей.

Прокладка труб может быть бесканальной, подземной, в специальных каналах и совмещенной с другими коммуникациями, а также по поверхности земли, особенно на промышленных предприятиях.

Самые уязвимые элементы системы теплоснабжения — ТЭЦ и котельные, поскольку являются надземными и разрушаются при невысоком давлении ударной волны. Уязвимы также энергетические участки, КИП, автоматика. Более устойчивы к ЧС подземные тепловые сети, особенно бесканальной прокладки. В них уязвимы только переходы через препятствия.

При чрезвычайных ситуациях необходимо проводить работы на подачу тепла, особенно если отсутствие теплоснабжения угрожает жизни людей или затрудняет проведение. Для этого необходимо перекрыть задвижки на подающей и обратной воде либо отвести горячую воду путем устройства временных насыпей.

В зимнее время при расстеклении зданий возможно замораживание систем отопления. После восстановления теплового контура здания их отогревают с помощью мобильных паровых котлов или проводят электроотогрев специальными нагревающими кабелями.

7.3. Требования норм проектирования инженерно-технических мероприятий (ИТМ)

Объем и характер мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов экономики в условиях ЧС во многом зависят от того, в какой степени выполнены требования норм проектирования инженерно-технических мероприятий (ИТМ). Эти требования направлены на снижение возможного ущерба, потерь среди производственного персонала и создание лучших условий для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Основные требования норм проектирования ИТМ изложены в соответствующих строительных нормах и правилах (СНиП):

СНиП 2.01.51–90 — общие требования норм проектирования ИТМ ГО;

СНиП II–7–81 — требования к строительству зданий и сооружений в сейсмоопасных районах;

НП-032–01 — размещение атомных станций, основные критерии и требования по обеспечению безопасности.

7.3.1. Требования к размещению радиационных объектов

Классификация радиационных объектов по потенциальной опасности

Потенциальная опасность радиационного объекта определяется его возможным радиационным воздействием на население при радиационной аварии.

Согласно СП 2.6.1.2612–10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» по потенциальной радиационной опасности устанавливается четыре категории объектов.

К I категории относятся радиационные объекты, при аварии на которых возможно их радиационное воздействие на население

и могут потребоваться меры по его защите. У объектов II категории радиационное воздействие при аварии ограничивается территорией санитарно-защитной зоны. К III категории относятся объекты, при аварии на которых радиационное воздействие ограничивается территорией объекта. К IV категории относятся объекты, при аварии на которых радиационное воздействие ограничивается помещениями, где проводятся работы с источниками излучения.

Категория радиационных объектов должна устанавливаться на этапе их проектирования по согласованию с органами государственного надзора в области обеспечения радиационной безопасности. Для действующих объектов категории устанавливаются администрацией по согласованию с органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Размещение радиационных объектов и зонирование территорий

Выбор места строительства радиационного объекта осуществляется с учетом категории объекта, его потенциальной радиационной, химической и пожарной опасности для населения и окружающей среды.

При выборе места размещения радиационных объектов I и II категорий должны быть оценены метеорологические, гидрологические, геологические и сейсмические факторы в условиях нормальной эксплуатации и возможных аварий.

При выборе площадки для строительства радиационных объектов I и II категорий следует выбирать участки:

- расположенные на малонаселенных незатопляемых территориях;
- имеющие устойчивый ветровой режим;
- ограничивающие возможность распространения радиоактивных веществ за пределы промышленной площадки объекта.

Радиационные объекты I и II категорий должны располагаться с учетом розы ветров преимущественно с подветренной стороны

по отношению к жилой территории, лечебно-профилактическим и детским учреждениям, а также к местам отдыха и спортивным сооружениям.

Генеральный план радиационного объекта должен разрабатываться с учетом развития производства, прогноза радиационной обстановки на объекте и вокруг него и возможности возникновения радиационных аварий.

Вокруг радиационных объектов I и II категорий устанавливается санитарно-защитная зона, а вокруг радиационных объектов I категории — также и зона наблюдения. *Зона наблюдения* — территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль. Санитарно-защитная зона для радиационных объектов III категории ограничивается территорией объекта, для радиационных объектов IV категории установления зон не предусмотрено [2].

Размеры санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения вокруг радиационного объекта устанавливаются с учетом уровней внешнего облучения, а также величин и площадей возможного распространения радиоактивных выбросов и сбросов.

В санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения силами службы радиационной безопасности объекта должен проводиться радиационный контроль.

Требования к размещению атомных электростанций

Атомные электростанции (АЭС) являются потенциально опасными объектами, поэтому к выбору площадки для строительства предъявляется ряд требований, которые должны обеспечивать радиационную безопасность населения при нормальной эксплуатации и возможных аварийных ситуациях.

При выборе площадки рассматриваются следующие аспекты:

- влияние на безопасность АЭС процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения;
- радиационное влияние АЭС на население и окружающую среду;

- характеристики района размещения (физические характеристики, топография, метеорология и гидрология) и окружающей среды (виды растительности и животный мир), которые могут оказать влияние на перенос и накопление радиоактивных продуктов. При этом должно быть учтено, что перенос радионуклидов к человеку может происходить по воздуху, воде и пищевым цепочкам;
- медико-демографические показатели и характеристики района размещения, которые могут повлиять на масштабы потенциального воздействия радиоактивных выбросов (использование земельных и водных ресурсов, распределение населения вокруг площадки, наличие у него эндемических, т. е. специфичных для данной местности, заболеваний и др.).

Согласно НП-032–01 «Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по размещению атомных станций» и СанПиН 2.6.1.24–03 «Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС–03)» к размещению атомных электростанций предъявляются следующие основные требования:

- не допускается размещать АЭС в сейсмоопасных районах с интенсивностью МРЗ более 9 баллов по шкале MSK-64; в районах, где частота появления ураганов, тайфунов менее 1 раза в 20 лет; на территории, в пределах которой нахождение АЭС запрещено природоохранным законодательством;
- в районе размещения АЭС и на площадке АЭС должны быть проведены обследования по выявлению источников потенциальной техногенной опасности с учетом удаления этих источников от АЭС. Допускается не учитывать источники техногенной опасности, вероятность возникновения аварий на которых менее 10^{-6} в год;

- источниками техногенной опасности являются объекты, которые характеризуются возможными авариями, вызывающими взрывы и пожары, выбросы взрывоопасных, воспламеняющихся, токсичных и коррозионно-активных веществ;
- должно быть проанализировано влияние на безопасность АЭС всех возможных стационарных и подвижных источников аварийных взрывов, расположенных на удалении до 5 км, складов боеприпасов — на удалении до 10 км от границы площадки АЭС;
- должно быть проанализировано влияние на безопасность АЭС всех возможных стационарных и подвижных источников аварийных выбросов химически активных веществ на удалении до 5 км от границы площадки АЭС;
- должны быть определены параметры воздействий на АЭС и вероятности их достижения при событиях, вызванных взрывами и пожарами, выбросами взрывоопасных, воспламеняющихся, токсичных и коррозионно-активных газов и веществ на промышленных объектах, наземном и водном транспорте;
- в радиусе 25 км от планируемой площадки (*зона планирования мероприятий обязательной эвакуации*) средняя плотность населения, рассчитанная на весь период эксплуатации АЭС, не должна превышать 100 чел./км²;
- должна быть предусмотрена возможность создания транспортных коммуникаций, позволяющих эвакуировать население в течение времени, обеспечивающего отсутствие превышения установленных НРБ-99/2009 доз облучения;
- расстояние до населенных пунктов в зависимости от количества населения к периоду окончания работы АЭС не должно превышать значений, приведенных в табл. 8;

Таблица 8

Минимальные расстояния от АЭС до населенных пунктов
в зависимости от количества населения

Количество населения, чел	Расстояние, км, в зависимости от мощности АЭС	
	до 4 ГВт	свыше 4 ГВт
100–500 тыс.	25	25
500 тыс. — 1 млн	30	30
1–1,5 млн	35	40
1,5–2 млн	40	50
2 млн	100	100

- численность населенного пункта для персонала АЭС не должна превышать 50 000 человек, а его удаление от АЭС — не менее 8 км;
- расстояние до химических, металлургических предприятий должно быть не менее 25 км, а расстояние до аэропортов — не менее 12 км;
- расстояние от потенциально взрывоопасных объектов — не менее 10 км;
- полигоны учебного бомбометания должны располагаться не ближе 30 км.

7.3.2. Требования к размещению химически опасных объектов

При размещении химически опасных объектов должны быть учтены следующие требования:

- базисные склады нефтепродуктов, возводимые у берегов рек, должны располагаться не ближе 200 м от уреза воды;
- согласно СНиП 2.01.51–90 наземные резервуары с АХОВ следует располагать группами, в каждой из которых предусматривается резервная емкость для перекачки АХОВ в случае, если произойдет утечка из какого-либо резервуара;

- для каждой группы по периметру производится обвалование или сооружение ограждающей стойки из несгораемых коррозионно-устойчивых материалов высотой не менее 1 м; внутреннюю площадь обвалования с учетом высоты рассчитывают на полный объем;
- минимальное удаление емкостей массой 50 т от населенных пунктов и других объектов согласно СНиП 2.01.51–90 приведено в табл. 9.

Для других емкостей установлены коэффициенты, приведенные в табл. 10.

Таблица 9

Расстояния мест хранения АХОВ от населенных пунктов

Высота обваловки	Расстояние, км		
	Хлор	Аммиак	Фосген
Без обваловки	5,7	1,15	8,00
1 м	1,2	0,35	2,50
2 м	1,0	0,25	1,90
3 м	0,9	0,23	1,69

Таблица 10

Коэффициенты пересчета для емкостей,
отличающихся от массы 50 т

Масса, т	Коэффициент	Масса, т	Коэффициент
1	0,1	500	3,6
5	0,3	1 000	5,3
10	0,4	2 500	8,9
25	0,7	5 000	13,0
50	1,0	10 000	19,0
100	1,5	20 000 и более	28,2
250	2,5		

- предприятия, производящие, перерабатывающие и хранящие АХОВ, легковоспламеняющиеся и взрывоопасные вещества, размещают с учетом розы ветров, направлений течения рек, рельефа местности;
- предприятия, размещаемые на берегах рек ниже плотин, должны учитывать возможность затопления и воздействия волн прорыва.

7.3.3. Требования норм ИТМ к проектированию и строительству зданий и сооружений

В целях обеспечения устойчивости функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях предусмотрен ряд требований, которые должны быть выполнены при проектировании и строительстве зданий и сооружений.

К зданиям и сооружениям, возводимым в сейсмоопасных районах, согласно СНиП II-7–81 предъявляются следующие требования:

- в зонах, где возможны землетрясения силой 7–9 баллов, здания должны быть симметричны относительно своих осей (несимметричная планировка ведет к возникновению крутящих колебаний, которые определены для конструкций). При интенсивности более 9 баллов возведение зданий не допускается;
- наиболее сейсмостойкими являются крупнопанельные каркасные здания и здания из объемных блоков;
- соединения элементов зданий и сооружений должны быть способны к пластическим деформациям без разрывов;
- особенно тщательно должна выполняться сварка швов в узловых соединениях;
- подземные коммуникации должны прокладываться на большой глубине, в сопряжениях бетонных или чугунных водопроводных труб применяются гибкие стыки;

- если здания и сооружения имеют в плане сложную форму, их следует разделять антисейсмическими швами по всей высоте.

Требования к зданиям и сооружениям АЭС:

- здания и сооружения объектов АЭС должны быть не ниже II степени огнестойкости, в основных несущих и ограждающих конструкциях зданий применяются негорючие материалы;
- сооружения реакторного отделения рассчитываются на сейсмические нагрузки (максимальное расчетное землетрясение 8 баллов), ветровую нагрузку (давление не менее 7,5 кПа), нагрузки от воздушной ударной волны при взрыве ($\Delta P_{\phi} = 30$ кПа при $t = 1$ с), нагрузки от удара самолета и его частей;
- для противостояния перечисленным нагрузкам возводится сооружение, состоящее из цилиндрической защитной железобетонной оболочки с полусферическим куполом (контейнментом) и кольцевой многоэтажной оболочкой; внутренний радиус цилиндрической части оболочки и купола 22,5 м, стена цилиндрической части и купола состоит из двух частей: внутренней, стальной, и внешней, бетонной, общей толщиной 1,0 м. Атомная станция построена так, чтобы на пути возможного движения радиоактивных веществ было много преград — барьеров безопасности (рис. 20). Первый барьер — это само керамическое ядерное топливо (топливная матрица, или таблетка), которое хорошо удерживает продукты деления внутри себя; следующий — это металлический чехол, внутри которого находится топливо. Затем идет толстостенный корпус ядерного реактора, выполненный из нержавеющей стали. И, наконец, колпак (контейнмент), который накрывает ядерный реактор вместе с парогенератором, насосами и дру-

гим вспомогательным оборудованием. Контейнмент выполняется двустенным: внутренняя стена стальная, а внешняя — из бетона. Эта бетонная оболочка рассчитывается так, чтобы противостоять землетрясениям, наводнениям и даже падению самолета. К сожалению, на части первых атомных станций такого контейнмента не было, это привело к печальным последствиям аварии на Чернобыльской АЭС. Сейчас все новые атомные станции строятся только под контейнментом.

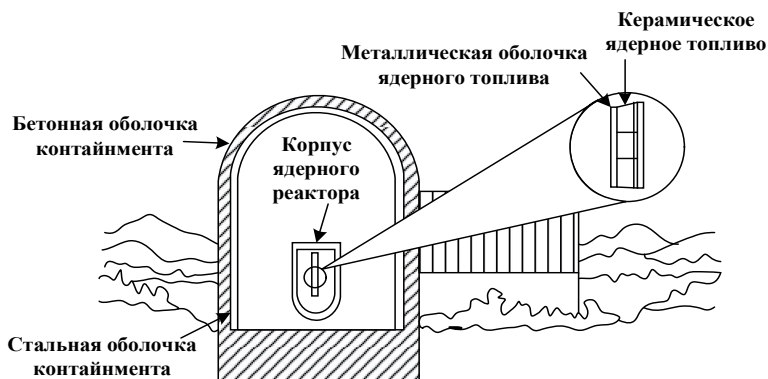


Рис. 20. Защита АЭС от выхода радиации (барьеры безопасности)

Требования к зданиям и сооружениям других отраслей экономики:

- наиболее важные производственные сооружения следует строить заглубленными или пониженной высотности, прямоугольной формы в плане;
- промышленные здания должны быть железобетонными с металлическими каркасами в бетонной опалубке;
- в районах, где потенциально возможно радиационное или химическое заражение, должна быть предусмотрена возможность герметизации помещений от проникновения радиационной пыли или АХОВ;

- складские помещения для хранения воспламеняющихся веществ (бензин, керосин, нефть) должны размещаться в отдельных блоках заглубленного или полуглубленного типа;
- вновь строящиеся, реконструируемые бани, прачечные, фабрики, химчистки должны приспособливаться для санобработки людей, специальной обработки одежды, техники.

7.3.4. Пути обеспечения радиационной безопасности

Радиационная безопасность на объекте и вокруг него обеспечивается:

- за счет качества проекта радиационного объекта;
- обоснованного выбора района и площадки для размещения радиационного объекта;
- физической защиты источников излучения;
- зонирования территории вокруг наиболее опасных объектов и внутри них;
- условий эксплуатации технологических систем;
- санитарно-эпидемиологической оценки и лицензирования деятельности с источниками излучения;
- санитарно-эпидемиологической оценки изделий и технологий;
- наличия системы радиационного контроля;
- планирования и проведения мероприятий по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при нормальной работе объекта, его реконструкции и выводе из эксплуатации;
- повышения радиационно-гигиенической грамотности персонала и населения.

Требования по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии

При аварии ядерного реактора с выбросом в атмосферу радиоактивных веществ возможны следующие основные пути воздействия радиационных факторов на население:

- внешнее гамма-облучение при прохождении радиоактивного облака;
- внутреннее облучение за счет вдыхания радиоактивных аэрозолей (ингаляционная опасность);
- контактное облучение при радиоактивном загрязнении кожных покровов и одежды;
- общее внешнее гамма-облучение людей от радиоактивных веществ, осевших на поверхность земли и местные объекты (здания, сооружения);
- внутреннее облучение в результате потребления населением воды и местных пищевых продуктов, загрязненных радиоактивными веществами.

При прогнозе радиационных последствий и планировании мер по защите населения выделяются три стадии (фазы) протекания аварии:

1) ранняя стадия — от начала аварии до момента прекращения выброса радиоактивных веществ в атмосферу и окончания формирования радиоактивного следа на местности. Продолжительность этой фазы в зависимости от характера и масштаба аварии может длиться от нескольких часов до нескольких суток.

В этой фазе доза внешнего облучения формируется гамма- и бета-излучением радиоактивных веществ, содержащихся в облаке. Внутреннее облучение обусловлено ингаляционным поступлением в организм радиоактивных продуктов из облака;

2) промежуточная стадия — от момента завершения формирования радиоактивного следа до принятия всех мер защиты населения. В зависимости от характера и масштаба аварии длительность этой стадии может быть от нескольких дней до года после возникновения аварии.

На этой стадии источником внешнего облучения являются радиоактивные вещества, осевшие из облака на поверхности земли, зданий, сооружений и т.п., и сформировавшийся радиоактивный след. Внутрь организма радиоактивные вещества по-

ступают в основном при употреблении загрязненных продуктов и воды;

3) поздняя стадия длится до прекращения необходимости в выполнении защитных мер и заканчивается одновременно с отменой всех ограничений на жизнедеятельность населения загрязненной территории и переходом к обычному санитарно-дозиметрическому контролю радиационной обстановки, характерной для условий «контролируемого облучения».

На этой стадии источники внешнего и внутреннего облучения те же, что и на промежуточной.

Уровни вмешательства на разных стадиях радиационной аварии

В случае возникновения аварии должны быть приняты практические меры для восстановления контроля над источником излучения и сведения к минимуму доз облучения, количества облученных лиц, радиоактивного загрязнения окружающей среды, экономических и социальных потерь, вызванных радиоактивным загрязнением.

Защитные мероприятия могут приводить к нарушению нормальной жизнедеятельности населения, хозяйственного и социального функционирования территории, т.е. являются вмешательством, влекущим за собой не только экономический ущерб, но и неблагоприятное воздействие на здоровье населения, психологическое воздействие на население и неблагоприятное изменение состояния экосистем. Поэтому при принятии решения о характере вмешательства (защитных мероприятий) следует руководствоваться следующими принципами [3]:

- предлагаемое вмешательство должно принести обществу и прежде всего облучаемым лицам больше пользы, чем вреда, т.е. уменьшение ущерба в результате снижения дозы должно быть достаточным, чтобы оправдать вред и стоимость вмешательства, включая его социальную стоимость (принцип обоснования вмешательства);

- форма, масштаб и длительность вмешательства должны быть оптимизированы таким образом, чтобы чистая польза от снижения дозы, т.е. польза от снижения радиационного ущерба за вычетом ущерба, связанного с вмешательством, была бы максимальной (принцип оптимизации вмешательства).

При проведении противорадиационных мероприятий нормирование пределов доз не применяется.

Исходя из указанных принципов, при планировании защитных мероприятий на случай радиационной аварии органами госсанэпиднадзора устанавливаются уровни вмешательства (дозы и мощности доз облучения, уровни радиоактивного загрязнения) применительно к конкретному радиационному объекту и условиям его размещения с учетом вероятных типов аварии, сценариев развития аварийной ситуации и складывающейся радиационной обстановки.

Решения о мерах защиты населения от радиоактивного облучения на ранней и промежуточной стадиях должны приниматься на основании сравнения прогнозируемых при развитии аварии доз с приведенными в нормативных документах дозовыми критериями [3].

7.5. Организация исследований устойчивости промышленного объекта, мероприятия по повышению устойчивости

Исследование устойчивости функционирования объекта экономики заключается во всестороннем изучении условий, которые могут сложиться при возникновении чрезвычайных ситуаций, и в определении их влияния на производственную деятельность.

Цель исследования состоит в том, чтобы выявить уязвимые места в функционировании объекта в условиях ЧС и выработать

наиболее эффективные рекомендации, направленные на повышение устойчивости его функционирования.

Исследование устойчивости предприятий проводится силами инженерно-технического персонала, под руководством руководителя предприятия. Весь процесс планирования и проведения исследования проводится в три этапа:

1-й этап подготовительный;

2-й этап — оценка устойчивости функционирования объекта в условиях ЧС;

3-й этап — разработка мероприятий, повышающих устойчивость функционирования объекта.

На 1-м этапе разрабатываются руководящие документы, определяется состав участников исследования и организуется их подготовка. Основными документами для исследования являются приказ руководителя предприятия и календарный план основных мероприятий. В приказе указываются: цель и задачи исследования, время проведения работ, состав и задачи исследовательских групп. Обычно создаются следующие исследовательские группы:

- группа руководителя исследования, возглавляемая главным инженером;
- группа исследования степени защиты рабочих и служащих в условиях ЧС;
- группа исследования устойчивости зданий и сооружений во главе с начальником отдела капитального строительства;
- группа исследования устойчивости технологического оборудования во главе с главным механиком;
- группа исследования устойчивости технологического процесса во главе с главным технологом;
- группа исследования устойчивости энергетических установок во главе с главным энергетиком;
- группа исследования устойчивости материально-тех-

нического состояния во главе с заместителем директора по материально-техническому снабжению;

- другие исследовательские группы.

На 2-м этапе проводится непосредственно исследование устойчивости работы объекта в условиях ЧС.

На 3-м этапе осуществляется разработка мероприятий, повышающих устойчивость функционирования объекта в условиях чрезвычайных ситуаций.

При оценке надежности защиты производственного персонала необходимо учитывать те поражающие факторы ЧС, которые в наибольшей степени опасны для здоровья и жизни людей. Наиболее эффективным способом защиты производственного персонала является его укрытие в защитных сооружениях, в заглубленных помещениях и в герметизированных помещениях; важное место в защите людей в случае возникновения тех или иных видов ЧС занимает знание ими способов поведения в конкретных условиях обстановки. Оценка надежности защиты производственного персонала включает следующие мероприятия:

- оценку инженерной защиты рабочих и служащих (наличие защитных сооружений в зонах отчуждения и отселения в случае аварии на радиационном объекте, наличие защитных сооружений на химически и взрывоопасных объектах);
- проверку наличия системы оповещения и действия персонала по сигналу «**Внимание всем!**»;
- проверку наличия, правил хранения и порядка выдачи средств индивидуальной и медицинской защиты (таблетки йодистого калия, антидоты и т. п.);
- проверку наличия и оценка реальности плана эвакуации зон отчуждения и отселения, зоны возможного химического заражения.

Оценка физической устойчивости инженерно-технического комплекса производится последовательно по воздействию тех поража-

ющих факторов чрезвычайных ситуаций, которые могут привести к определенным степеням разрушений зданий, сооружений, технологического оборудования, в частности, к воздействию ударной волны на взрывоопасных объектах или вблизи их, к воздействию землетрясения в сейсмоопасных районах, к воздействию ураганов.

При моделировании возможных разрушений от воздействия поражающих факторов стихийных бедствий определяют, при каком количестве баллов землетрясений или ураганов объект сохранится или получит такие разрушения, которые можно ликвидировать собственными силами в короткие сроки, определяют возможные степени разрушений и ожидаемый ущерб. Определение физической устойчивости инженерно-технического комплекса производится по избыточным давлениям от 5 кПа, интенсивности землетрясения 5 баллов, силы ветра 9 баллов (скорость ветра 22,6 м/с).

Действие ударной волны на объект характеризуется сложным комплексом нагрузок: избыточным давлением, давлением скоростного напора, давлением затекания и т. д.; значение их зависит в основном от массы углеводородного соединения или взрывчатых веществ, их вида, расстояния от того или иного элемента инженерно-технического комплекса, его архитектурно-строительной характеристики и некоторых других факторов. Учесть все эти факторы в совокупности невозможно, поэтому сопротивляемость элементов действию ударной волны принято характеризовать избыточным давлением.

Взрывоопасность как травмирующий фактор производственной среды

В производстве в большом количестве используются приборы и аппараты, содержащие вещества, способные при определенных условиях образовывать взрывоопасную среду [1].

Быстрое изотермическое химическое превращение взрывоопасной среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием опасных газов, способных производить работу, называется *«химическим» взрывом* [10].

Взрыв или возгорание газообразных или смешанных горючих химических веществ наступает при определенном содержании этих веществ в воздухе, что приводит к разрушению и повреждению зданий и сооружений, технологических установок, емкостей и трубопроводов. На производстве при взрыве газовой, паровой, пылевой смеси или пыли образуется ударная волна. Степень разрушения строительных конструкций, оборудования, машин и коммуникаций, а также поражения людей зависит от избыточного давления во фронте ударной волны ΔP (разность между максимальным давлением во фронте ударной волны и нормальным атмосферным давлением перед этим фронтом).

Расчеты оценки действия взрыва горючих химических газов и жидкостей сводятся к определению избыточного давления во фронте ударной волны при взрыве газовой смеси на определенном расстоянии от емкости, в которой хранится определенное количество взрывоопасной смеси.

При моделировании последствий взрыва условно выделяются следующие зоны:

- зона детонации — избыточное давление в этой зоне составляет 1700–1350 кПа;
- зона действия продуктов взрыва — $\Delta P = 1350–700$ кПа;
- зона воздушной ударной волны. В пределах этой зоны для ориентировочной оценки степени разрушения зданий и сооружений выделяют:
 - зону полных разрушений — $\Delta P \geq 50$ кПа;
 - зону сильных разрушений — $50 \text{ кПа} < \Delta P \leq 30 \text{ кПа}$;
 - зону средних разрушений — $30 \text{ кПа} < \Delta P \leq 20 \text{ кПа}$;
 - зону слабых разрушений — $20 \text{ кПа} < \Delta P \leq 10 \text{ кПа}$.

Для ориентировочного определения избыточного давления ударной волны ΔP , кПа, пользуются эмпирическими формулами:

при $K < 2$

$$\Delta P = \frac{700}{3\sqrt{1+29,8K^3-1}};$$

при $K > 2$

$$\Delta P = \frac{22}{K\sqrt{1gK+0,158}},$$

где K — эмпирический коэффициент, зависящий от расстояния от емкости R , м, и качества взрывоопасной смеси Q , т, и определяемый по формуле

$$K = 0,24 \frac{R}{17,3\sqrt{Q}}.$$

Максимальные значения избыточного давления во фронте ударной волны составляют при взрыве газозвушной смеси 800 кПа, пылей 700 кПа, паровоздушной смеси 100–200 кПа. Если принять во внимание, что в производственных условиях взрывы, как правило, происходят в замкнутом помещении, то полное избыточное давление формируется за счет процессов отражения механической волны от стен и составляет величину в 5–6 раз большую избыточного давления, возникшего при взрыве.

Действие ударной волны на человека, здания и сооружения

Насколько велики представленные значения избыточного давления при взрывах, можно оценить по следующим примерам: для разрушения армированного остекления зданий требуется 5–10 кПа, деревянных строений — 10–20 кПа, кирпичных зданий — 25–30 кПа, железобетонных конструкций стен цеха — 100–150 кПа.

Прямое воздействие ударной волны на людей и животных возникает в результате воздействия избыточного давления и скоростного напора воздуха. Ввиду небольших размеров тела человека

ударная волна мгновенно охватывает и подвергает его сильному сжатию в течение нескольких секунд. Мгновенное повышение давления воспринимается живым организмом как резкий удар. Скоростной напор при этом создает значительное лобовое давление, которое может привести к перемещению тела в пространстве. Косвенные поражения людей и животных могут произойти в результате ударов осколков стекла, шлака, камней, дерева и других предметов, летящих с большой скоростью.

Степень воздействия ударной волны зависит от мощности взрыва, расстояния, метеоусловий, местонахождения (в здании, на открытой местности) и положения человека (лежа, сидя, стоя) и характеризуется легкими, средними, тяжелыми и крайне тяжелыми травмами [1].

Избыточное давление во фронте ударной волны 10 кПа и менее для людей и животных, расположенных вне укрытий, считается безопасным.

Легкие поражения наступают при избыточном давлении 20–40 кПа. Они выражаются кратковременными нарушениями функций организма (звоном в ушах, головокружением, головной болью). Возможны вывихи, ушибы.

Поражения средней тяжести возникают при избыточном давлении 40–60 кПа. При этом могут быть вывихи конечностей, контузии головного мозга, повреждение органов слуха, кровотечения из носа и ушей.

Тяжелые контузии и травмы возникают при избыточном давлении 60–100 кПа. Они характеризуются выраженной контузией всего организма, переломами костей, кровотечениями из носа, ушей; возможно повреждение внутренних органов и внутреннее кровотечение.

Крайне тяжелые контузии и травмы у людей возникают при избыточном давлении более 100 кПа. Отмечаются разрывы внутренних органов, переломы костей, внутренние кровотечения, сотрясение мозга с длительной потерей сознания. Разрывы наблю-

даются в органах, содержащих большое количество крови (печень, селезенка, почки), наполненных газом (легкие, кишечник), имеющих полости, наполненные жидкостью (головной мозг, мочевого и желчный пузырь). Эти травмы могут привести к смертельному исходу.

Радиус поражения обломками зданий, особенно осколками стекол, разрушающихся при избыточном давлении 2–7 кПа, может превысить радиус непосредственного поражения ударной волной.

Воздушная ударная волна также действует на растения. Полное повреждение лесного массива наблюдается при избыточном давлении более 50 кПа. Деревья при этом вырываются с корнем, ломаются и отбрасываются, образуются сплошные завалы. При избыточном давлении 30–50 кПа повреждается около 50 % деревьев, создаются сплошные завалы, а при избыточном давлении 10–30 кПа — до 30 % деревьев. Молодые деревья более устойчивы, чем старые.

Основные причины взрывов на производстве

Источниками взрывоопасности на производстве могут быть установки, работающие под давлением. К ним относятся паровые и водогрейные котлы, компрессоры, воздухохранилища (ресиверы), газовые баллоны, паропроводы, газопроводы, автоклавы и др.

Взрывы паровых котлов представляют собой мгновенное высвобождение энергии перегретой воды в результате такого нарушения целостности стенок котла, при котором возможно мгновенное снижение внутреннего давления до атмосферного, наружного. Приведенное здесь определение взрыва носит физический характер («физический» взрыв) и является адиабатическим, в отличие от «химического» взрыва, представляющего собой разновидность процесса горения [1].

При атмосферном давлении вода кипит при 100 °С в открытом сосуде. В закрытом сосуде, каким является паровой котел, начало кипения происходит при 100 °С, но образующийся при этом

пар давит на поверхность воды и кипение прекращается. Для того чтобы вода продолжала кипеть в котле, необходимо ее нагревать до температуры, соответствующей давлению пара. Например, давлению $6 \cdot 10^5$ Па соответствует температура 169°C ; $8 \cdot 10^5$ Па — значение 171°C ; $12 \cdot 10^5$ Па — значение 189°C и т. д.

Если после нагревания воды, например, до 189°C прекратить подачу тепла в топку котла и нормально расходовать пар, то вода будет кипеть до тех пор, пока температура не станет ниже 100°C . При этом чем скорее будет убывать давление в котле, тем интенсивнее будет кипение и парообразование за счет избытка тепловой энергии, содержащейся в воде. Этот избыток тепловой энергии при падении давления от максимального до атмосферного целиком расходуется на парообразование.

В случае механического разрыва стенок котла нарушается внутреннее равновесие в котле и происходит внезапное падение давления до атмосферного. При этом вся перегретая вода целиком превращается в пар и образуется огромное количество пара (из 1 м^3 воды 1700 м^3 пара при нормальном давлении), что приводит к мгновенному разрушению котла, помещения котельной или цеха, в котором установлен котел.

Следовательно, независимо от величины рабочего давления в котле, опасность таится не в паре, заполняющем паровое пространство котла, а в нагретой выше 100°C воде, обладающей громадным запасом энергии и готовой в любое мгновение испариться при резком снижении давления. Подсчитано, что энергия, содержащаяся в 60 кг перегретой воды, находящейся в котле под давлением $5 \cdot 10^5$ Па, эквивалентна энергии 1 кг пороха.

На производстве применяются поршневые компрессоры, приводимые в действие двигателем внутреннего сгорания и смонтированные вместе с ресивером на раме-прицепе. Наружный воздух перед поступлением в рабочий цилиндр компрессора проходит через фильтр, где он очищается от пыли; горячая пыль представляет опасность взрыва. Возможно также образование взрывоопасных

смесей из продуктов разложения смазочных масел и кислорода воздуха. Разложение смазочных масел происходит под действием высоких температур, развивающихся в компрессорах в процессе сжатия воздуха.

Взрывы баллонов во всех случаях представляют опасность независимо от того, какой газ в них содержится. Причинами взрывов могут быть удары (падения) как в условиях повышения температур от нагрева солнечными лучами или отопительными приборами, так и при низких температурах и переполнении баллонов сжиженными газами. Взрывы кислородных баллонов происходят при попадании масел и других жировых веществ во внутреннюю область вентиля и баллона, а также при накоплении в них ржавчины (окалины). В связи с этим кислородные баллоны перед их наполнением промывают растворителями (дихлорэтаном, трихлорэтаном). Взрывы баллонов могут происходить и при ошибочном заполнении баллонов другим газом, например кислородного баллона горючим газом. Поэтому введена четкая маркировка баллонов, в силу которой все баллоны окрашивают в цвета, присвоенные каждому газу, а надписи на них делают другим цветом, также определенным для каждого газа. Баллоны для сжатых газов, принимаемые заводами-наполнителями от потребителей, должны иметь остаточное давление не менее 0,05 МПа, а баллоны для растворенного ацетилена — не менее 0,05 и не более 0,1 МПа. Остаточное давление позволяет определить, какой газ находится в баллонах, проверить герметичность баллона и его арматуры и гарантировать непроникновение в баллон другого газа или жидкости. Кроме того, остаточное давление в баллонах для ацетилена препятствует уносу ацетона-растворителя ацетилена (при меньшем давлении унос ацетона увеличивается, а уменьшение количества ацетона в баллоне повышает взрывоопасность ацетилена).

Ударная волна, образующаяся при взрыве газовых баллонов высокого давления, достигает значения 300–800 кПа.

Причиной взрыва могут быть нарушения нормального режима эксплуатации сосудов и установок, работающих под давлением, которые приводят к превышению установленных пределов значений параметров.

7.6. Оценка физической устойчивости объекта к воздействию пожаров

Под *пожаром* понимают неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб [8].

7.6.1. Общие сведения о горении

Горением называется химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением большого количества тепла и обычно свечением. Для возникновения и продолжения горения необходимо, чтобы в одном месте в одно время совместились три основных его составляющие:

- горючее вещество, например, дерево, бензин, природный газ;
- окислитель — обычно кислород воздуха, иногда галогены (хлор, йод, бром) и другие вещества (сера при горении в ее парах меди);
- источник воспламенения, который может быть:
 - открытым — пламя, искра, электрическая дуга, накаливаемые предметы, световое излучение;
 - закрытым — тепло химических реакций, тления, адиабатического сжатия, микробиологических процессов и др.

Виды и формы горения

В зависимости от свойств горючей смеси горение бывает гомогенным и гетерогенным. При гомогенном горении исходные ве-

щества имеют одинаковое агрегатное состояние (например, горение газов). Горение твердых и жидких горючих веществ является гетерогенным.

Горение дифференцируется также по скорости распространения пламени и в зависимости от этого параметра может быть дефлаграционным (порядка метров в секунду), взрывным (порядка десятков и сотен метров в секунду) и детонационным (порядка тысяч метров в секунду). Для пожаров свойственно дефлаграционное горение.

Процесс горения может происходить в различных формах.

Вспышка — быстрое сгорание газопаровоздушной смеси над поверхностью горючего вещества, не сопровождающееся образованием сжатых газов и устойчивого горения [1].

Возгорание — возникновение горения под воздействием источника зажигания.

Воспламенение — возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Самовозгорание — явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества (материала, смеси) при отсутствии источника зажигания. Сущность и различия процессов возгорания и самовозгорания пояснены ниже.

Самовоспламенение — самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Взрыв — чрезвычайно быстрое химическое превращение (скорость фронта распространения сотни метров в секунду), сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

Возникновение горения вещества или материала может произойти при температуре окружающей среды ниже температуры самовоспламенения. Эта возможность обуславливается склонностью веществ или материалов к окислению и условиями аккумуляции в них теплоты, выделяющейся при окислении, что может

вызвать самовозгорание. Таким образом, возникновение горения веществ и материалов при воздействии тепловых импульсов с температурой выше температуры воспламенения (или самовозгорания) характеризуется как возгорание, а возникновение горения при температурах ниже температуры самовоспламенения относится к процессу самовозгорания.

В зависимости от импульса процессы самовозгорания подразделяют на тепловые, микробиологические и химические.

Показатели взрыво- и пожарной опасности веществ

Пожаро- и взрывоопасность веществ и материалов определяются показателями, характеризующими предельные условия возникновения горения и максимальную опасность, создаваемую при возникшем горении. При этом необходимо помнить, что собственно сгорание веществ и материалов, как правило, происходит в газовой фазе. Поэтому характер показателей и их количество зависят от агрегатного состояния горючих материалов. В простейшем случае, когда горючее вещество — газ, основными характеристиками которого являются концентрационные пределы распространения пламени (КПР), называемые также пределами воспламенения или взрываемости, нормальная скорость распространения пламени (U_n , м/с), температура самовоспламенения (T_c , °C), минимальная энергия зажигания (МЭЗ, Дж), максимальное давление взрыва (P_{max} , кПа). Пожароопасность веществ характеризуется также предельным содержанием кислорода, при котором еще возможно горение. Для обычных горючих веществ (углеводородов и их производных) это предельное содержание кислорода составляет 12–14 %, для веществ с высоким значением верхнего предела воспламенения (водород, сероуглерод, окись этилена и др.) предельное содержание кислорода составляет 5 % и ниже [1].

Температура самовоспламенения характеризует минимальную температуру вещества или материала, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называется *нижним концентрационным пределом воспламенения*.

Максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется *верхним концентрационным пределом воспламенения*.

Область составов и смесей горючих газов и паров с воздухом, лежащих между нижним и верхним пределами воспламенения, называется *областью воспламенения*.

На рис. 21 схематически показаны верхний и нижний концентрационные пределы распространения пламени (ВКПР и НКПР). Горение возможно в области составов между НКПР и ВКПР, называемой областью воспламенения. Вне этой области горение в режиме распространения пламени невозможно.

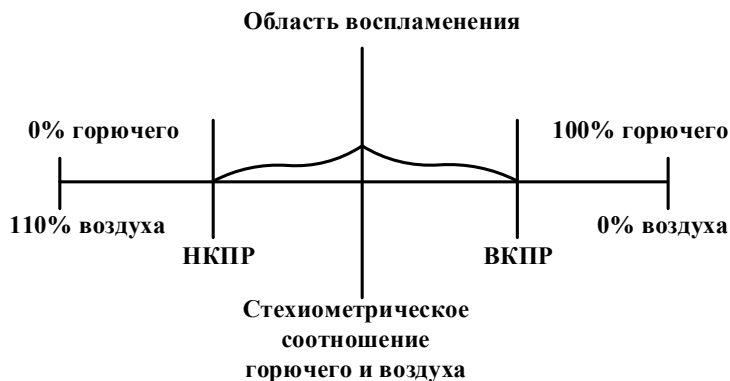


Рис. 21. Схема концентрационных пределов распространения пламени

Концентрационные пределы воспламенения не постоянны и зависят от ряда факторов. Наибольшее влияние на пределы воспламенения оказывают мощность источника воспламенения, примесь инертных газов и паров, температура и давление горючей смеси [1].

Изменение пределов воспламенения с повышением температуры может быть оценено по следующему правилу: при повышении температуры на каждые 100 °С значения нижних пределов воспламенения уменьшаются на 8–10 %, а верхних пределов воспламенения увеличиваются на 12–15 %.

Значения нижних пределов воспламенения многих горючих веществ (углеводороды и их производные) с достаточной для практики точностью могут быть рассчитаны по уравнению $C_n = 0,5 C_{\text{стех}}$, где $C_{\text{стех}}$ — концентрация горючего, соответствующая стехиометрическому соотношению горючего и воздуха (об. %).

Для многокомпонентных горючих смесей расчет пределов (в процентах) производится по правилу Ле-Шателье

$$C = \frac{100}{\frac{C_1}{\varphi_1} + \frac{C_2}{\varphi_2} + \dots + \frac{C_n}{\varphi_n}},$$

где C — предел воспламенения (верхний и нижний); $C_1, \dots, C_n$ — соответствующие (верхние или нижние) пределы воспламенения горючих компонентов, %; $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ — содержание горючих компонентов, процент от суммарного содержания горючих компонентов, т.е. $\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n = 100\%$.

Энергия зажигания определяется минимальной энергией искры электрического разряда, воспламеняющей данную газоздушную смесь. Величина энергии зажигания зависит от природы газа и концентрации. Наименьшее значение энергии зажигания имеет место при стехиометрической концентрации (т.е. соответствующей уравнению химической реакции) и для газоздушных смесей составляет десятые доли миллиджоулей. Энергия зажигания является одной из основных характеристик взрывоопасных сред при решении вопросов обеспечения взрывобезопасности электрооборудования, разработке мероприятий по предупреждению образования статического электричества и т.д.

При адиабатическом сгорании газозвудушных смесей, т.е. не сопровождающемся тепловыми потерями, весь запас выделившейся тепловой энергии расходуется на нагрев продуктов химической реакции. Температура продуктов химической реакции при адиабатическом сгорании смеси называется *температурой горения*. Она зависит от природы горючего газа и концентрации его в смеси. Наибольшее значение температура горения имеет при стехиометрической концентрации и для большинства горючих газов составляет 1600–2000 °С. Температура горения определяет степень расширения продуктов горения и соответственно избыточное давление на стенки при сгорании (взрыве) в замкнутом сосуде.

Нормальной скоростью распространения пламени называется скорость, с которой движется граничная поверхность между сгоревшей и несгоревшей частями смеси относительно несгоревшей. Численно нормальная скорость пламени равна количеству (объему) горючей смеси, выгорающей на единицу площади пламени в единицу времени (в 1 с). Нормальная скорость пламени зависит от природы газа и концентрации его в смеси. Для большинства горючих газов при стехиометрической концентрации их в воздухе нормальная скорость горения находится в пределах 0,3–0,8 м/с. Исключение составляют водород и ацетилен, для которых нормальная скорость горения пламени в смеси с воздухом составляет 2,76 и 1,56 м/с.

Нормальная скорость распространения пламени является одной из основных физико-химических констант, характеризующих свойства горючей смеси и определяющих скорость сгорания и соответственно время взрыва. Чем больше нормальная скорость пламени, тем меньше время взрыва и более жесткие параметры взрыва.

Горение легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

Горение жидкостей происходит только в паровой фазе. Скорость испарения и количество паров над жидкостью зависят от природы жидкости и ее температуры. При данных температу-

ре и давлении над жидкостью может образоваться определенное количество пара. Этот пар называется *насыщенным*. В состоянии насыщения число испаряющихся молекул равно числу конденсирующихся и концентрация пара остается постоянной. Концентрация насыщенного пара в воздухе определяется по его парциальному давлению. *Парциальным давлением* называется та часть общего давления, производимого смесью, которая приходится на долю данного газа или пара. Так, если концентрация насыщенного пара в воздухе составляет 15 %, то парциальное давление насыщенного пара будет равно $0,15 P_0$, где P_0 — общее, т. е. атмосферное, давление.

Если известно парциальное давление насыщенного пара при данной температуре, то концентрация его в воздухе

$$C_{\text{н.п}} = (P_{\text{н.п}}/P_0) \cdot 100 \%,$$

где $P_{\text{н.п}}$ — давление насыщенного пара; P_0 — атмосферное давление.

Давление насыщенного пара при заданной температуре для жидкостей приводится в справочниках, например, [12].

Горение паров в воздухе, так же как и газов, возможно только в определенном диапазоне концентраций. Поскольку максимально возможное содержание пара в воздухе не может быть больше, чем в состоянии насыщения, то концентрационные пределы воспламенения могут быть однозначно выражены через температуру жидкости (при P_0). Значения температуры жидкости, при которых концентрация насыщенных паров в воздухе над жидкостью равна концентрационным пределам воспламенения, называются *температурными пределами воспламенения* (нижним и верхним соответственно).

Процесс воспламенения и горения жидкостей можно представить следующим образом. Для воспламенения необходимо, чтобы жидкость была нагрета до определенной температуры (не меньшей, чем нижний температурный предел воспламенения). После воспламенения скорость испарения должна быть достаточной для поддер-

жания постоянного горения. Эти особенности горения жидкостей характеризуются температурами вспышки и воспламенения.

Температурой вспышки называется наименьшее значение температуры жидкости, при которой над ее поверхностью образуется паровоздушная смесь, способная вспыхивать от постороннего источника зажигания. Устойчивого горения жидкости при этом не возникает. Температура вспышки и нижний температурный предел воспламенения сходны. Отличие состоит лишь в методике их определения. По температуре вспышки жидкости делятся на легковоспламеняющиеся (ЛВЖ) с температурой $t_{\text{в}}$ ниже $61\text{ }^{\circ}\text{C}$ (спирты, ацетон, бензин и др.) и горючие (ГЖ) с температурой $t_{\text{в}}$ выше $61\text{ }^{\circ}\text{C}$ (масла, мазуты, глицерин и др.) [1].

Температурой воспламенения называется наименьшее значение температуры жидкости, при которой интенсивность испарения ее такова, что после зажигания внешним источником возникает самостоятельное пламенное горение. Для легковоспламеняющихся жидкостей температура воспламенения обычно на $1\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше температуры вспышки, а для горючих жидкостей эта разница может достигать $30\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Паровоздушные смеси, так же как и газовоздушные, являются взрывоопасными. Например, при разливе легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) на пол в помещении при температуре, равной или превышающей температуру вспышки, может образоваться паровоздушная смесь, взрывоопасность которой характеризуется параметрами, определяющими взрывоопасность газовоздушных смесей: энергией зажигания, нормальной скоростью распространения пламени, температурой горения и т. д.

Горение и взрывоопасные свойства пылей

Способностью образовывать с воздухом воспламеняющиеся с большой скоростью (взрывоопасные) смеси обладают также взвешенные в воздухе пыли многих твердых горючих веществ.

Для воспламенения пылевоздушной смеси необходимо, чтобы концентрация пыли в воздухе была не менее нижнего концентрационного предела воспламенения. Концентрация пыли в возду-

хе измеряется в граммах на кубический метр или миллиграммах на литр. Верхний концентрационный предел воспламенения пылевоздушных смесей в большинстве случаев является очень высоким и труднодостижимым (для торфяной пыли 2200 г/м^3 , сахарной пудры $13\,500 \text{ г/м}^3$). Для воспламенения пылевоздушной смеси необходим источник зажигания с достаточной тепловой энергией — порядка нескольких мегаджоулей и более. От источника воспламенения по пыли распространяется пламя, в котором сначала происходит сгорание летучих в газовой фазе и наиболее мелких частиц. После прохождения фронта пламени продолжается горение более крупных частиц. Таким образом, зона горения значительно расширяется, и горение принимает объемный характер [1].

В зависимости от значения нижнего концентрационного предела воспламенения пыли подразделяют на взрыво- и пожароопасные. К взрывоопасным относят пыли с нижним пределом воспламенения до 65 г/м^3 (пыли серы, сахара, муки), к пожароопасным — выше 65 г/м^3 (табачная и древесная пыль).

Концентрационные пределы воспламенения пылей не являются постоянными и зависят от дисперсности, содержания летучих, зольности и температуры источника воспламенения.

7.6.2. Опасные факторы пожара

Любой пожар сопровождается проявлением опасных факторов пожара.

Опасный фактор пожара (ОФП) — фактор пожара, воздействие которого приводит к травме, отравлению или гибели человека, а также к материальному ущербу. Опасными факторами пожара, действующими на людей и материальные ценности, являются:

- пламя и искры;
- повышенная температура окружающей среды;
- токсичные продукты горения и термического разложения;
- снижение видимости в дыму;
- пониженная концентрация кислорода.

Открытое пламя очень опасно, но случаи его непосредственного воздействия на людей редки. Чаще опасность представляют лучистые потоки, испускаемые пламенем. Установлено, что при пожаре в сценической коробке зрительного зала лучистые потоки опасны для зрителей первых рядов партера уже через 0,5 мин после начала пожара. Еще большая интенсивность лучистых потоков наблюдается при пожарах на технологических установках, причем человек без специальных средств защиты оказывается не в состоянии приблизиться к таким установкам ближе, чем на 10 м.

Опасные для человека значения лучистых потоков невелики. Так, время переносимости потока $2,8 \text{ кВт/м}^2$ составляет 30 с; $3,5 \text{ кВт/м}^2$ — 10 с; 7 кВт/м^2 — 5 с; $8,75 \text{ кВт/м}^2$ — 3 с.

Температура среды также является опасным фактором пожара. Наибольшую опасность представляет вдыхание нагретого воздуха, приводящее к поражению и некрозу верхних дыхательных путей, удушью и смерти. Так, воздействие температуры выше 100°C приводит человека к потере сознания и гибели через несколько минут. Опасны также ожоги кожи. У человека, получившего ожоги второй степени 30 % поверхности тела, мало шансов выжить. Время получения ожогов второй степени невелико, оно составляет 26 с при температуре среды 71°C , 15 с при температуре среды 100°C , 7 с при температуре среды 176°C [3].

Исследования, проведенные канадскими учеными, показали, что во влажной среде, типичной для пожара, вторую степень ожога вызывает температура 55°C при воздействии в течение 20 с и 70°C при воздействии в течение 1 с.

При пожаре в современных зданиях с применением полимерных и синтетических материалов на человека могут воздействовать токсичные продукты горения. В продуктах горения может содержаться 50–100 видов химических соединений, оказывающих токсическое воздействие. По мнению большинства ученых разных стран, основной причиной гибели людей при пожарах является отравление оксидом углерода. Оксид углерода опасен тем, что он

в 200–300 раз активнее реагирует с гемоглобином крови, чем кислород, вследствие чего красные кровяные тельца утрачивают способность снабжать организм кислородом. Наступает кислородное голодание, теряется способность рассуждать, человек становится равнодушным и безучастным, не стремится избежать опасности, наступают оцепенение, головокружение, депрессия, нарушение координации движений, а при остановке дыхания — смерть.

Повышенная опасность оксида углерода объясняется не только его высокой токсичностью, но также относительно большой концентрацией в продуктах горения. По данным японских ученых, оксида углерода на пожарах образуется в 10–40 раз больше, чем более токсичного цианистого водорода. В 50–80 % случаев гибель людей на пожарах вызывается отравлением оксидом углерода и недостатком кислорода. Однако имеются основания полагать, что и другие продукты горения (оксиды азота, цианистые соединения, формальдегиды, фенол, фторфосген, аммиак, ацетон, стирол и др.) могут также представлять опасность для жизни человека.

Кратковременность процесса эвакуации обеспечивается лишь при беспрепятственном движении людей. Для этого они обязательно должны четко видеть или эвакуационные выходы, или указатель выходов. При потере видимости вследствие задымления организованное движение людей нарушается и становится хаотичным, каждый человек двигается в произвольно выбранном направлении. В результате процесс эвакуации затрудняется или становится невозможным.

В условиях пожара при сгорании веществ и материалов концентрация кислорода в помещении уменьшается. Понижение концентрации кислорода всего на 3 % вызывает ухудшение двигательных функций организма.

К вторичным проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций;

- радиоактивные и токсичные вещества и материалы из разрушенных аппаратов и установок;
- электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов;
- опасные факторы взрыва, произошедшего в результате пожара;
- воздействие огнетушащих веществ.

При пожарах, как правило, наблюдается сочетанное воздействие сразу нескольких ОФП. Предполагается, что полный поражающий эффект от такого воздействия будет больше, чем от простого суммирования воздействий отдельных составляющих. Такое явление, когда результат взаимодействия не является простой суммой частных действий, а порождает качественно новые результаты, зависящие от всей совокупности взаимодействий, носит название синергизм. Однако пока еще нет достоверных данных, подтверждающих или опровергающих это предположение [1].

Основополагающим документом, содержащим требования пожарной безопасности, является Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Этот документ регламентирует требования к мероприятиям по пожарной профилактике.

В соответствии с этим документом объекты должны иметь системы пожарной безопасности, направленные на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений, на требуемом уровне. При определении требуемого уровня обеспечения пожарной безопасности принимается, что вероятность предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека должна быть не менее 0,999 999. При этом допустимый уровень пожарной опасности для людей — не более 10^{-6} г.⁻¹ воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения, в год в расчете на каждого человека.

Ниже приведены предельные значения опасных факторов пожара:

Температура среды	70 °C
Тепловое излучение	500 Вт/м ²
Содержание оксида углерода	0,1 % (об.)
Содержание диоксида углерода	6 % (об.)
Содержание кислорода	Менее 17% (об.)
Показатель ослабления света дымом на единицу длины	2,4

7.6.3. Обеспечение пожарной безопасности

Пожарная безопасность — состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожарная безопасность объекта обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты.

Система предотвращения пожара (пожарная профилактика) — комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара.

Предотвращение пожара достигается:

- снижением вероятности образования горючей смеси и возможности возникновения в ней источников зажигания;
- поддержанием температуры горючей среды и давления в ней ниже максимально допустимых значений по горючести;
- уменьшением определяющего размера (например, объема) горючей среды ниже максимально допустимого по горючести.

В целях повышения эффективности работы по обеспечению пожарной безопасности разработан ряд классификаций, которые будут рассмотрены ниже.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Установлены 5 категорий пожаро- и взрывоопасных помещений: А и Б (повышенная взрывопожароопасность и взрывопожароопасность соответственно), В1–В4 (пожароопасная категория),

Г (умеренная пожароопасность) и Д (пониженная пожароопасность). Эта классификация приведена в табл. 11.

Таблица 11

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности («Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ)

Категория помещения		Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А	Повышенная взрывопожароопасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что они могут образовывать взрывоопасные паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
Б	Взрывопожароопасность	Горючие пыли и волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1–В4*	Пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть
Г	Умеренная пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть
Д	Пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

*Определение пожарной категории В1–В4 осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки на любом из участков с ее нормативным значением.

Удельная пожарная нагрузка g [МДж·м²] определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S},$$

где Q — пожарная нагрузка, МДж; S — площадь размещения пожарной нагрузки, м².

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка определяется по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \cdot Q_{ni}^p,$$

где G_i — количество i -го материала пожарной нагрузки, кг; Q_{ni}^p — низшая теплота сгорания i -го материала пожарной нагрузки, МДж·кг⁻¹.

Определение пожарной категории В1–В4 в зависимости от удельной пожарной нагрузки q на участке, МДж·м², по НПБ 105–03:

В1	Более 2200
В2	1401–2200
В3	181–1400
В4	1–180

Классификация производственных помещений и наружных электроустановок по взрыво- и пожароопасным зонам

Классификация пожароопасных и взрывоопасных зон в соответствии с техническим регламентом «О требованиях пожарной безопасности» применяется для выбора электротехнического и другого оборудования по степени их защиты, обеспечивающей их пожаровзрывобезопасную эксплуатацию в указанной зоне.

Используют 6 классов взрывоопасных зон (0, 1, 2, 20, 21 и 22) и 4 класса пожароопасных зон (П-I, П-II, П-IIa, П-III). Характеристики взрыво-и пожароопасных зон приведены ниже.

Классификация пожароопасных зон:

П-I — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше $61\text{ }^{\circ}\text{C}$;

П-II — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м^3 к объему воздуха;

П-IIa — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества;

П-III — расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше $61\text{ }^{\circ}\text{C}$ или твердые горючие вещества.

Классификация взрывоопасных зон:

взрывоопасная зона класса 0 — пространство, в котором газопаровоздушная взрывоопасная среда присутствует постоянно или в течение хотя бы одного часа;

зона класса 1 — пространство, в котором газопаровоздушная взрывоопасная среда может образоваться при нормальной работе;

зона класса 2 — пространство, в котором газопаровоздушная взрывоопасная среда не может образоваться при нормальной работе, а лишь кратковременно в результате аварийной ситуации;

зона класса 20 — зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел менее 65 г/м^3 и присутствуют постоянно;

зона класса 21 — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 г/м^3 и менее;

зона класса 22 — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются

взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 г/м^3 и менее, но возможно образование такой взрывоопасной смеси только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

Классификация пожаров

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

А — пожары твердых горючих веществ и материалов;

В — пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов;

С — пожары газов;

Д — пожары металлов;

Е — пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением;

Ф — пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ.

Классификация строительных материалов

В соответствии со СНиП 21-01-97 строительные материалы условно подразделяются на негорючие (НГ) и горючие (Г).

Горючие строительные материалы по горючести подразделяются на четыре группы:

Г1 — слабогорючие;

Г2 — умеренногорючие;

Г3 — нормальногорючие;

Г4 — сильногорючие.

По воспламеняемости выделяют три группы:

В1 — трудновоспламеняемые;

В2 — умеренновоспламеняемые;

В3 — легковоспламеняемые.

По распространению пламени по поверхности — четыре группы:

РП1 — нераспространяющие;

РП2 — слабораспространяющие;

РП3 — умереннораспространяющие;

РП4 — сильнораспространяющие.

По дымообразующей способности — три группы:

Д1 — с малой дымообразующей способностью;

Д2 — с умеренной дымообразующей способностью;

Д3 — с высокой дымообразующей способностью.

По токсичности продуктов горения — четыре группы:

Т1 — малоопасные;

Т2 — умеренно опасные;

Т3 — высокоопасные;

Т4 — чрезвычайно опасные.

Понятие предела огнестойкости строительных конструкций

Предел огнестойкости строительных конструкций устанавливается по времени (в минутах) наступления одного или последовательно нескольких нормируемых для данной конструкции признаков предельных состояний:

- потери несущей способности (**R**);
- потери целостности (**E**);
- потери теплоизолирующей способности (**I**) [3].

Имеется 4 степени огнестойкости зданий и сооружений: I, II, III, IV.

Пределы огнестойкости строительных конструкций приведены в табл. 12.

Таблица 12

Пределы огнестойкости строительных конструкций

Степень огнестойкости здания	Пределы огнестойкости строительных конструкций, не менее				
	Несущие элементы здания	Наружные стены	Перекрытия междуэтажные	Лестничные клетки	
				Внутренние стены	Марши и площадки
I	R 120	RE 30	REI 60	REI 120	R 60
II	R 45	RE 15	REI 45	REI 90	R 45
III	R 15	RE 15	REI 45	REI 45	R 30
IV	Не нормируется				

Классификация пожаров по масштабам и интенсивности

По масштабам и интенсивности пожары принято подразделять:

- на отдельный пожар, возникающий в отдельном здании (сооружении) или в небольшой изолированной группе зданий;
- сплошной пожар, характеризующийся одновременным интенсивным горением преобладающего числа зданий и сооружений на определенном участке застройки (более 50 %);
- огневой шторм — особую форму распространяющегося сплошного пожара, образующуюся в условиях восходящего потока нагретых продуктов сгорания и быстрого поступления в сторону центра огневого шторма значительного количества свежего воздуха (ветер со скоростью 50 км/ч);
- массовый пожар, образующийся при наличии в местности совокупности отдельных и сплошных пожаров.

Мероприятия по ограничению последствий пожаров

Предупреждению развития пожаров и уменьшению последствий от них способствуют следующие меры:

1) устройство в зданиях и сооружениях противопожарных преград в виде стен, перегородок, перекрытий, дверей, ворот, люков, тамбур-шлюзов и окон, выполненных из негорючих материалов и предназначенных для ограничения распространения пожара внутри объекта;

2) устройство противопожарных разрывов между производственными зданиями и сооружениями для предупреждения распространения пожара с одного объекта на другой;

3) определение путей безопасной эвакуации людей в случае возникновения пожара;

4) применение огнезащитных составов (покрытий) для защиты конструкций из горючих материалов от возгорания и в целях повышения предела огнестойкости металлических строительных конструкций;

5) устройство молниезащиты зданий, сооружений и оборудования.

Система пожарной защиты

Система пожарной защиты — комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

Основой системы пожарной защиты является тушение пожаров, которое сводится к активному воздействию средствами пожаротушения на зону горения в целях нарушения его устойчивости.

Устойчивость горения определяется:

- физико-химическими свойствами горючего материала;
- пожарной нагрузкой, т. е. массой всех горючих и трудногорючих материалов в объекте, отнесенной к площади помещения или поверхности, занимаемой материалами на открытом воздухе;
- скоростью выгорания пожарной нагрузки;
- газообменом очага пожара с окружающей средой и с внешней атмосферой;
- теплообменом между очагом пожара и окружающими материалами и конструкциями;
- размерами и формой очага пожара и помещения, в котором произошел пожар;
- метеорологическими условиями.

При оценке уязвимости к пожарам учитываются возможное значение светового импульса, степени огнестойкости зданий и сооружений, категории взрыво- и пожароопасности зданий, плотности застройки территорий.

Распространение пожаров и превращение их в сплошные пожары при прочих равных условиях определяется плотностью застройки территории объекта. О влиянии плотности размещения зданий и сооружений на вероятность распространения пожара можно судить по ориентировочным данным:

Расстояние между

зданиями, м0.....5..... 1015.....20.....3040..... 50.....70..... 90

Вероятность

распространения

пожара, %.....100 ...87.... 6547.....27..... 239..... 3.....2..... 0

Под плотностью застройки Π понимают отношение суммарной площади S_{Π} , занимаемой всеми зданиями, к площади территории объекта S_t

$$\Pi = \frac{S_{\Pi}}{S_t} \cdot 100 \%$$

При плотности застройки до 7 % пожары практически не распространяются, при плотности застройки 7–20 % могут распространяться отдельные пожары, а свыше 20 % вероятно возникновение сплошных пожаров.

Быстрое распространение пожара возможно при следующих сочетаниях степени огнестойкости зданий и сооружений с плотностью застройки: для зданий I и II степени огнестойкости плотность застройки должна быть не более 30 %; для зданий III степени — 20 %; для зданий IV степени — не более 10 %.

Влияние трех факторов (плотность застройки, степень огнестойкости здания и скорость ветра) на скорость распространения огня можно проиллюстрировать следующими данными:

1) при скорости ветра до 5 м/с в зданиях I и II степени огнестойкости скорость распространения пожара составляет примерно 120 м/ч; в зданиях IV степени огнестойкости — примерно 300 м/ч, а в случае сгораемой кровли — до 900 м/ч;

2) при скорости ветра до 15 м/с в зданиях I и II степени огнестойкости скорость распространения пожара достигает 360 м/с.

Возможность воспламенения горючих материалов характеризуется величиной *светового импульса* — количеством световой энергии, приходящейся на 1 м². Так, например, обшивка зданий,

рулонный кровельный материал воспламеняются при световом импульсе 10–12 кДж/м². Хлопчатобумажные драпировки и обивочный мебельный материал воспламеняются при световом импульсе 15–17 кДж/м².

Значение светового импульса определяется по эмпирическим зависимостям.

Способы пожаротушения

В соответствии с основными условиями (составляющими), которые определяют возможность возникновения процесса горения, для его прекращения могут быть использованы следующие способы пожаротушения:

- охлаждение очага (зоны) горения ниже определенных температур (самовоспламенения, воспламенения), например, нанесением на поверхность горящих материалов огнетушащих веществ в виде воды, твердой углекислоты или пены, а в случае горящих жидкостей — путем активного их перемешивания;
- разбавление реагирующих веществ и материалов до значений, при которых не может происходить горение, снижение концентрации кислорода при введении в зону горения негорючих газов (например, азота, углекислого газа, водяного пара) или разбавлением горючих веществ негорючими (например, этилового спирта водой);
- интенсивное торможение (ингибирование) скорости химической реакции горения путем подачи специальных замедлителей реакции (ингибиторов) на поверхность горящих веществ и материалов или в воздух, поступающий в зону горения;
- изоляция реагирующих веществ от зоны горения созданием изолирующего слоя в горючих материалах в результате нанесения на их поверхность огнетушащих веществ, а также путем разборки горючих материалов или удаления их из зоны пожара;

- механический срыв (отрыв) пламени сильной струей воды или газа.

Огнетушащие вещества

Классификация пожаров по виду горючего материала используется для обозначения области применения средств пожаротушения. В табл. 13 приведены рекомендуемые средства пожаротушения в соответствии с классом пожара.

Таблица 13

Классы пожара и рекомендуемые средства пожаротушения

Класс пожара	Характеристика класса	Рекомендуемые средства пожаротушения
A	Горение твердых веществ	Все виды огнетушащих средств
B	Горение жидких веществ	Пена, мелкораспыленная вода, хладоны, порошки
C	Горение газообразных веществ	Объемное тушение и флегматизация газовыми составами, вода для охлаждения оборудования
D	Горение металлов и металл-содержащих веществ	Специальные порошки

В качестве огнетушащих веществ используются:

- вода или вода со смачивателями и другими добавками;
- огнетушащая пена (воздушно-механическая и химическая);
- твердая углекислота;
- инертные газы (главным образом CO_2 и N_2), а также водяной пар;
- огнетушащие порошки;
- галогенизированные углеводороды (хладоны);
- аэрозольные огнетушащие составы.

Самым распространенным средством тушения является вода. Она может подаваться в очаг пожара сплошными и распыленными струями. Компактная струя сбивает пламя, изолирует горящий слой от кислорода тонкой водяной пленкой и охлаждает горящие материалы. Охлаждающее действие воды определяется значительными величинами ее теплоемкости и теплоты парообразования. Разбавляющее действие, приводящее к снижению содержания кислорода в окружающем воздухе, обуславливается тем, что объем пара в 1700 раз превышает объем испарившейся воды.

Водой тушить нельзя:

- электроустановки, находящиеся под напряжением;
- бензин, керосин и другие жидкости с плотностью меньше, чем у воды (эти жидкости всплывают и, растекаясь, увеличивают площадь горения);
- вещества, которые самовозгораются при взаимодействии с водой, (негашеная известь, карбид кальция, щелочные металлы и их карбиды);
- битум и жиры (происходит их выброс и разбрызгивание).

Огнетушащие свойства пены определяют ее кратностью — отношением объема пены к объему ее жидкой фазы, стойкостью, дисперсностью и вязкостью. В зависимости от способа и условий получения огнетушащие пены делят на химические и воздушно-механические.

Химическая пена образуется при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразующего вещества и представляет собой концентрированную эмульсию двуокиси углерода в водном растворе минеральных солей, содержащем пенообразующее вещество. Воздушно-механическую пену низкой, средней и высокой кратности получают с помощью специальной пенообразующей аппаратуры и пенообразователей.

При тушении пожаров инертными газообразными разбавителями используют двуокись углерода, азот, дымовые или отработанные газы, пар, а также аргон и другие газы. Огнетушащее

действие этих составов заключается в разбавлении воздуха и снижении в нем содержания кислорода до концентрации, при которой прекращается горение. Огнетушащий эффект при разбавлении обуславливается также потерями теплоты на нагревание разбавителей и снижением теплового эффекта реакции.

Механизм действия огнетушащих порошков заключается в ингибировании горения, т.е. в торможении скорости химических реакций горения.

Хладоны (галогенуглеводороды) вызывают торможение реакций горения, т.е. являются ингибиторами. Обладают хорошими диэлектрическими свойствами и пригодны для тушения электрооборудования. Можно использовать при отрицательных температурах, так как они имеют низкую температуру замерзания. Опасность представляет токсическое воздействие хладонов и продуктов их термического разложения на организм человека.

Особенность аэрозольных огнетушащих составов заключается в том, что огнетушащий состав получается сжиганием твердотопливной композиции, которая может гореть без доступа воздуха. Образующийся в качестве продукта сгорания аэрозоль состоит из газовой фазы (преимущественно CO_2) и взвешенных частиц (наподобие огнетушащих порошков, только с еще более мелкими размерами частиц, что повышает огнетушащую способность).

Пожарная техника

Подача огнетушащих веществ к очагу пожара осуществляется пожарной техникой, предназначенной для предотвращения и ограничения распространения тушения пожара.

Пожарная техника включает следующие виды оборудования:

- пожарные машины — различные пожарные автомобили, мотопомпы, прицепы, поезда, суда, вертолеты, самолеты;
- установки пожаротушения — автоматические, ручные, спринклерные, дренчерные установки, установки водяного, пенного, газового, порошкового пожаротушения и др.;

- огнетушители — переносные, передвижные, пенные, воздушно-пенные, порошковые и др.;
- средства пожарной и охранной сигнализации — пожарные извещатели, станции пожарной сигнализации, линии связи;
- спасательные пожарные устройства — пожарные дымососы, различные лестницы, спасательные рукава и др.;
- пожарное оборудование — пожарные гидранты, пожарные краны, стволы и т. д.;
- ручной пожарный инструмент — пожарные багры, ломы, топоры, электрические и бензомоторные пилы и др.;
- пожарный инвентарь — бочки для воды и пенообразователя, ведра, ящики с песком и др.

Нормы оснащения общественных зданий площадью до 800 м² ручными огнетушителями для тушения пожара:

- класса А —
 - пенные и водные вместимостью 10 л — 4 шт.;
 - порошковые вместимостью 2 л — 8 шт., 5 л — 4 шт., 10 л — 2 шт.;
 - углекислотные вместимостью 5 л — 4 шт.;
- класса (Е) —
 - порошковые вместимостью 5 л — 4 шт., 10 л — 2 шт.;
 - углекислотные вместимостью 2 л — 4 шт., 5 л — 2 шт.;
 - хладоновые вместимостью 2 л — 4 шт.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух ручных огнетушителей на расстоянии 20 м от возможного очага пожара. Огнетушители, имеющие полную массу менее 15 кг, должны быть установлены таким образом, чтобы их верх располагался на высоте не более 1,5 м от пола; переносные огнетушители, имеющие полную массу 15 кг и более, должны устанавливаться так, чтобы верх огнетушителя располагался на высоте не более 1,0 м. Они могут устанавливаться на полу с обязательной фиксацией от возможного падения при случайном

воздействии. Сроки проверки параметров огнетушителей: пенные — раз в год; порошковые — выборочно (не менее 3 % от общего количества огнетушителей одной марки, но не менее 1 шт.) раз в год; углекислотные — взвешиванием раз в год; хладоновые — взвешиванием раз в год. Сроки перезарядки: пенные — раз в год; порошковые, углекислотные, хладоновые — раз в 5 лет [3].

Обеспечение пожарной защиты объекта, средства обнаружения пожара

Пожарная защита объектов обеспечивается:

- системой противодымной защиты;
- средствами коллективной и индивидуальной защиты людей (в том числе пожарных, участвующих в тушении пожара);
- организацией пожарной охраны (профилактического и оперативного обслуживания объектов);
- организацией обучения работников и населения правилам пожарной безопасности;
- разработкой правил поведения и действия людей при возникновении пожара.

Большое значение в системе пожарной безопасности имеет первоначальное обнаружение возгорания. Наиболее эффективно в этом плане применение автоматических устройств пожарной сигнализации (АУГПС), которые устанавливаются в соответствии с требованиями норм пожарной безопасности НПБ 110–03 и НПБ 88–2001 «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования».

Пожарные извещатели преобразуют неэлектрические физические величины (излучение тепловой и световой энергии, движение частиц дыма) в электрические, которые в виде сигнала определенной формы направляются по проводам на приемную станцию.

В зависимости от того, какой из параметров газовой среды вызывает срабатывание пожарного извещателя, они бывают

тепловыми, световыми, дымовыми, комбинированными, ультразвуковыми.

Принцип действия тепловых извещателей состоит в изменении электропроводности тел, контактной разности потенциалов, ферромагнитных свойств материалов, изменении линейных размеров твердых тел, физических параметров жидкостей, газов и т. д.

Дымовые извещатели делят на фотоэлектрические и ионизационные. Фотоэлектрические извещатели работают на принципе рассеяния частицами дыма теплового излучения. Ионизационные извещатели используют эффект ослабления ионизации воздушного межэлектродного промежутка дымом.

Ультразвуковые извещатели предназначены для пространственного обнаружения очага загорания и подачи сигнала тревоги.

7.7. Молниезащита зданий и сооружений

В условиях ясной погоды происходит непрерывное перемещение положительных ионов к земле и отрицательных от нее, что обуславливает существование тока утечки между ионосферой и поверхностью земли и образование больших электрических зарядов в грозовых облаках. Потенциал грозовой тучи составляет 100 млн — 1 млрд вольт. Ежегодно разряды атмосферного статического электричества (молнии) становятся причиной пожаров и взрывов, приносят значительный материальный ущерб и приводят к человеческим жертвам.

Непосредственное опасное воздействие молнии — это пожары, механические повреждения, травмы людей и животных, а также повреждения электрического и электронного оборудования. Последствиями удара молнии могут быть взрывы и выделение опасных продуктов: радиоактивных и ядовитых химических веществ, а также бактерий и вирусов.

Удары молнии могут быть особо опасны для информационных систем, систем управления, контроля и электроснабжения.

Эффективным средством защиты от атмосферного статического электричества является молниезащита. Она включает комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, предохранения зданий, сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений, возможных при воздействии молний.

Для всех видов зданий, сооружений, а также силовых и информационных кабелей, проводящих трубопроводов, непроводящих трубопроводов с внутренней проводящей средой проектирование и изготовление молниезащиты должно выполняться согласно «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122–2003.

7.7.1. Классификация объектов по устройству молниезащиты

Классификация объектов определяется по опасности ударов молнии для самого объекта и его окружения.

Рассматриваемые объекты могут подразделяться на обычные и специальные (табл. 14).

Обычные объекты — жилые и административные строения, а также здания и сооружения высотой не более 60 м, предназначенные для торговли, промышленного производства, сельского хозяйства.

Специальные объекты:

- объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения;
- объекты, представляющие опасность для социальной и физической окружающей среды, (объекты, которые при поражении молнией могут вызвать вредные биологические, химические и радиоактивные выбросы);
- прочие объекты, для которых может предусматриваться специальная молниезащита, например, строения высотой более 60 м, игровые площадки, временные сооружения, строящиеся объекты.

Таблица 14

Примеры классификации объектов

Тип объекта	Последствия удара молнии
Обычные объекты	
Жилой дом	Отказ электроустановок, пожар и повреждение имущества. Небольшое повреждение предметов, расположенных в месте удара молнии или заде- тых ее каналом
Ферма	Пожар и занос опасного напряжения, затем по- теря электропитания с риском гибели животных из-за отказа системы управления вентиляцией и подачи корма и т. д.
Театр, школа, уни- вермаг, спортивное сооружение	Отказ электроснабжения (например, освеще- ния), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий
Банк, страховая компания, коммер- ческий офис	Отказ электроснабжения, способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных меро- приятий. Потери средств связи, сбой компьюте- ров с потерей данных
Больница, детский сад, дом для пре- старелых	Отказ электроснабжения, способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных меро- приятий. Потери средств связи, сбой компьюте- ров с потерей данных. Наличие тяжелобольных и необходимость помощи неподвижным людям
Промышленные предприятия	Дополнительные последствия, зависящие от условий производства, — от незначительных повреждений до больших ущербов из-за потерь продукции

Окончание табл. 14

Тип объекта	Последствия удара молнии
Музеи и археологические памятники	Невосполнимая потеря культурных ценностей
Специальные объекты: с ограниченной опасностью	
Средства связи, электростанции, пожароопасные производства	Недопустимое нарушение коммунального обслуживания (телекоммуникаций). Косвенная опасность пожара для соседних объектов
Специальные объекты: представляющие опасность для непосредственного окружения	
Нефтеперерабатывающие предприятия, заправочные станции, производства петард и фейерверков	Пожары и взрывы внутри объекта и в непосредственной близости
Специальные объекты: опасные для окружающей среды	
Химический завод, атомная электростанция, биохимические фабрики и лаборатории	Пожар и нарушение работы оборудования с вредными последствиями для окружающей среды

При строительстве и реконструкции для каждого класса объектов выбираются необходимые уровни надежности защиты от прямых ударов молнии (ПУМ). Например, для обычных объектов могут быть предложены четыре уровня надежности защиты от ПУМ P_3 :

I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Выбор уровня надежности защиты определяется назначением зданий и сооружений, среднегодовой продолжительностью гроз по данным метеорологических наблюдений в месте размещения объекта.

Для специальных объектов минимально допустимый уровень надежности защиты от ПУМ устанавливается в пределах $P_3 = 0,9...0,999$ в зависимости от степени его общественной значимости и тяжести ожидаемых последствий от прямого удара молнии по согласованию с органами государственного контроля.

Кроме механических и термических воздействий, ток молнии создает мощные импульсы электромагнитного излучения, которые могут быть причиной повреждения систем, включающих оборудование связи, управления, автоматики, вычислительные и информационные устройства и т. п.

7.7.2. Комплекс средств молниезащиты

Комплекс средств молниезащиты зданий или сооружений включает в себя устройства защиты от прямых ударов молнии — молниеотводы (внешняя молниезащитная система — МЗС) и устройства защиты от вторичных воздействий молнии (внутренняя МЗС). В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства. В общем случае часть токов молнии протекает по элементам внутренней молниезащиты.

Внешняя МЗС может быть изолирована от сооружения (отдельно стоящие молниеотводы — стержневые или тросовые, а также соседние сооружения, выполняющие функции естественных молниеотводов) или может быть установлена на защищаемом сооружении и даже быть его частью.

Внутренние устройства молниезащиты предназначены для ограничения электромагнитных воздействий тока молнии и предотвращения искрений внутри защищаемого объекта.

Токи молнии, попадающие в молниеприемники, отводятся в заземлитель через систему токоотводов (спусков) и растекаются в земле.

Внешняя молниезащитная система

Внешняя МЗС в общем случае состоит из молниеприемников, токоотводов и заземлителей.

Молниеприемники могут быть специально установлены, в том числе на объекте, их функции могут выполнять и конструктивные элементы защищаемого объекта (например, металлические конструкции крыши: фермы, соединенная между собой стальная арматура и др.); в последнем случае они называются естественными молниеприемниками.

Молниеприемники могут состоять из произвольной комбинации следующих элементов: стержней, натянутых проводов (тросов), сетчатых проводников (сеток).

Токоотводы в целях снижения вероятности возникновения опасного искрения должны располагаться таким образом, чтобы между точкой поражения и землей ток растекался по нескольким параллельным путям, а длина этих путей была ограничена до минимума. Токоотводы прокладываются по прямым и вертикальным линиям так, чтобы путь до земли был по возможности кратчайшим. Не рекомендуется прокладка токоотводов в виде петель.

В качестве естественных токоотводов могут использоваться конструктивные элементы зданий, если они удовлетворяют требованию электрической непрерывности.

Заземлитель молниезащиты следует совместить с заземлителями электроустановок и средств связи во всех случаях, за исключением использования отдельно стоящего молниеотвода.

В качестве заземлителей молниезащиты могут также использоваться специально прокладываемые заземляющие электроды: вертикальные, наклонные или радиально расходящиеся, а также заземляющий контур, уложенный на дне котлована, либо заземляющие сетки.

В качестве заземляющих электродов может использоваться соединенная между собой арматура железобетона или иные подземные металлические конструкции.

Выбор типа и высоты молниеотводов производится исходя из значений требуемой надежности P_3 . Объект считается защищенным, если совокупность всех его молниеотводов обеспечивает надежность защиты не менее P_3 .

Во всех случаях система защиты от прямых ударов молнии выбирается так, чтобы максимально использовались естественные молниеотводы, а если обеспечиваемая ими защищенность недостаточна — в комбинации со специально установленными молниеотводами.

Защитное действие молниеотвода характеризуется зоной защиты, под которой понимается пространство, отличающееся тем, что вероятность удара молнии в объект, размещенный в его объеме, не превышает заданной величины.

В общем случае выбор молниеотводов должен производиться при помощи соответствующих компьютерных программ, способных вычислять зоны защиты или вероятность прорыва молнии в объект (группу объектов) любой конфигурации при произвольном расположении практически любого числа молниеотводов различных типов.

Зоны защиты для простейших молниеотводов: одиночного стержневого, двойного стержневого и тросового — показаны на рис. 22. Размеры молниеотводов можно определять, пользуясь эмпирическими формулами, приведенными в «Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» СО 153-34.21.122—2003.

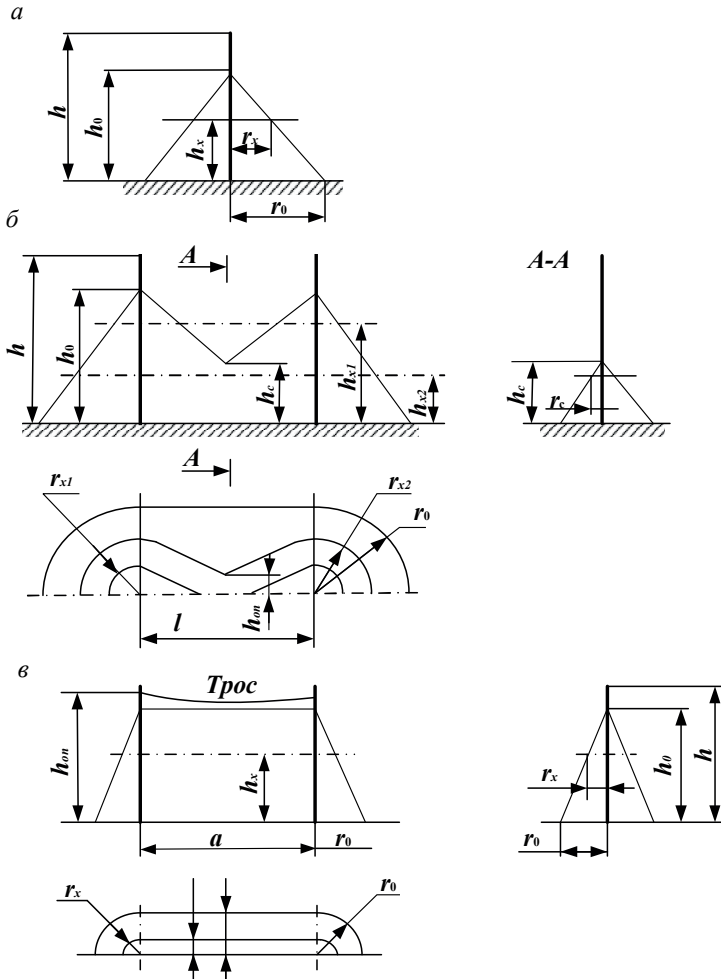


Рис. 22. Зоны защиты различных видов молниеотводов:

a — одиночный стержневой; *б* — двойной стержневой; *в* — тросовый:

r_0 — радиус зоны защиты на уровне земли; r_x — то же, на уровне h_x ; r_{x1} — то же, на уровне h_{x1} ; r_{x2} — то же, на уровне h_{x2} ; $h_{оп}$ — высота опоры троса

Защита от вторичных воздействий молнии

Современные электрические и электронные системы более чувствительны к воздействию молнии, чем устройства предыдущих поколений, поэтому необходимо применять специальные меры по их защите от опасных воздействий молнии.

Пространство, в котором расположены электрические и электронные системы, должно быть разделено на зоны различной степени защиты в зависимости от значений электромагнитных параметров на их границах. В общем случае чем выше номер зоны, тем меньше значения параметров электромагнитных полей, токов напряжений в пространстве зоны.

Зона 0 — зона, где каждый объект подвержен прямому удару молнии, и поэтому через него может протекать полный ток молнии. В этой области электромагнитное поле имеет максимальное значение.

Зона 0_E — зона, где объекты не подвержены прямому удару молнии, но электромагнитное поле не ослаблено и также имеет максимальное значение.

Зона 1 — зона, где объекты не подвержены прямому удару молнии и ток во всех проводящих элементах внутри зоны меньше, чем в зоне 0_E ; в этой зоне электромагнитное поле может быть ослаблено экранированием.

На границах зон должны осуществляться меры по экранированию и соединению всех пересекающих границу металлических элементов и коммуникаций.

Экранирование является основным способом уменьшения электромагнитных помех.

Металлическая конструкция строительного сооружения может быть использована в качестве экрана. Подобная экранная структура образуется, например, стальной арматурой крыши, стен, полов здания, а также металлическими деталями крыши, фасадов, стальными каркасами, решетками. Для уменьшения влияния электромагнитных полей все металлические элементы объекта электрически объединяются и соединяются с системой молниезащиты.

7.8. Мероприятия по повышению устойчивости функционирования промышленных предприятий

Повышение степени защиты производственного персонала в условиях чрезвычайных ситуаций включает:

- заблаговременное строительство убежищ на предприятиях со взрывоопасными веществами, в зонах отчуждения вокруг радиоактивных объектов и на химически опасных объектах;
- планирование и подготовку эвакуационных мероприятий из зон отчуждения и отселения, районов, подверженных катастрофическим затоплениям, землетрясениям и т. п.;
- разработку режимов производственной деятельности на случай загрязнения местности радиоактивными веществами;
- накопление средств индивидуальной защиты для обеспечения всего производственного персонала.

Повышение механической прочности зданий и сооружений

К числу мероприятий, повышающих надежность и механическую прочность зданий и сооружений, относятся следующие:

- вместо зданий и сооружений, которые могут получить полные или сильные разрушения при незначительных избыточных давлениях или небольшой интенсивности землетрясений, проектируются здания и сооружения с жестким каркасом, увеличенной площадью световых проемов, легкой и огнестойкой кровлей;
- установка дополнительных связей между несущими элементами, повышающими их антисейсмические свойства, устройство каркасов, рам, подкосов, опор для уменьшения пролета несущих конструкций, применение более прочных материалов;

- сооружение дополнительных конструкций, обеспечивающих быструю эвакуацию людей при пожарах, особенно из высоких зданий;
- устройство подземных хранилищ, заглублений емкостей в грунт, обвалование, сооружение поддонов, увеличение механической прочности емкостей за счет установки ребер жесткости для хранения АХОВ и других агрессивных жидкостей.

Повышение устойчивости технологического оборудования

Повышению устойчивости технологического оборудования могут способствовать следующие меры:

- рациональная компоновка технологического оборудования, чтобы исключить повреждения его обломками разрушающихся конструкций;
- размещение наиболее ценного и ударно-нестойкого оборудования в зданиях с повышенными прочностными характеристиками;
- защита пультов управления технологическим процессом, ценного оборудования защитными конструкциями (кожухами, козырьками и т. д.);
- создание запасов наиболее уязвимых деталей и узлов технологического оборудования.

Защита инженерно-технического комплекса от заражения при выбросах радиоактивных веществ и АХОВ

Мероприятия, обеспечивающие защиту инженерно-технического комплекса от заражения при утечках (выбросах) радиоактивных и аварийно химически опасных веществ:

- повышение коэффициента защиты зданий и сооружений;
- осуществление частичной герметизации помещений (замазываются щели и трещины в ограждающих конструкциях, заделываются оконные, дверные и другие

проемы, отсутствие которых не нарушает нормальных условий эксплуатации оборудования);

- максимально возможное сокращение запасов АХОВ и взрывоопасных жидкостей на промежуточных складах и технологических емкостях предприятия; повышение устойчивости технологического процесса;
- создание системы централизованного или децентрализованного автоматизированного управления технологическим процессом;
- мероприятия по возможному упрощению технологического процесса;
- создание запасов и резервов универсального оборудования;
- разработка графика безаварийной остановки производства, в котором указывается время на остановку отдельных агрегатов, ответственный исполнитель и номер инструкции по его остановке.

Все предложения по повышению устойчивости функционирования, предложенные исследовательскими группами, включают в план повышения устойчивости функционирования предприятий в условиях ЧС, в котором отражаются наименование мероприятий по повышению устойчивости, сроки их осуществления (обычно в период реконструкции), ответственные должностные лица, сметная стоимость и источники финансирования. План утверждается тем должностным лицом, которое осуществляет финансирование.

8. Промышленная безопасность опасных производственных объектов

8.1. Общие положения

Правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов определяет Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21 июля 1997 г. Закон направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий.

Положения настоящего Федерального закона распространяются на все организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющие деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации.

В главе «Общие положения» формулируются основные понятия, а именно:

- *промышленная безопасность опасных производственных объектов (ПБ ОПО)* — состояние защищенности жиз-

ненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий;

- *авария* — разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв, пожар и (или) выброс опасных веществ;
- *инцидент* — отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от установленного режима технологического процесса;
- *технические устройства*, применяемые на опасном производственном объекте (ОПО), — машины, технологическое оборудование, системы машин и (или) оборудования, агрегаты, аппаратура, механизмы, применяемые при эксплуатации опасного производственного объекта.

ОПО в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества подразделяются в соответствии с критериями, указанными Федеральном законе № 116-ФЗ, на четыре класса опасности:

I класс опасности — ОПО чрезвычайно высокой опасности;

II класс опасности — ОПО высокой опасности;

III класс опасности — ОПО средней опасности;

IV класс опасности — ОПО низкой опасности.

Критерии, по которым производственные объекты относят к категории опасных производственных объектов, следующие:

- получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются следующие опасные вещества —
 - воспламеняющиеся вещества — газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения

- которых при нормальном давлении составляет 20 °С или ниже;
- окисляющие вещества — вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции (окислители);
 - горючие вещества — жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;
 - взрывчатые вещества — вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов;
 - высокотоксичные и токсичные вещества — вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели (согласно ГОСТ 12.1.007—76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» эти вещества относятся к 1- и 2-му классам опасности: чрезвычайно опасные и высоко опасные);
 - вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды;
- используется оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 °С;
 - используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры;
 - получают, транспортируются, используются расплавы черных и цветных металлов и сплавы на основе этих расплавов;
 - ведутся горные работы, работы по обогащению полезных ископаемых, а также работы в подземных условиях;

- осуществляется хранение или переработка растительного сырья, в процессе которых образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, способные самовозгораться, возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления, а также осуществляется хранение зерна, продуктов его переработки и комбикормового сырья, склонных к самосогреванию и самовозгоранию.

К объектам 1-го класса опасности относятся, как правило, предприятия и их площадки, где располагается большое количество опасных веществ или ведется переработка таких веществ:

- объекты, где получают, используют, перерабатываются, хранятся, транспортируются опасные вещества, указанные в табл. 3 и 4 прил. 2 закона РФ «О промышленной безопасности» в количествах, соответствующих данному классу опасности;
- объекты по хранению и уничтожению химического оружия и объекты спецхимии;
- угольные шахты, подземные объекты горных работ, где могут произойти:
 - взрывы газа, пыли;
 - внезапные выбросы породы, газа, пыли, горные удары;
 - прорывы воды в подземные горные выработки.

К объектам 2-го класса опасности относятся, как правило, предприятия, их площадки и подразделения, осуществляющие следующие виды работ:

- бурение и добычу газа, нефти, газового конденсата с содержанием в продукции более 6 % H_2S ;
- получение, транспортировку и использование расплавов черных, цветных металлов и сплавов на их основе на оборудовании с массой расплава более 10 т;
- подземные горные работы без опасности взрыва пыли и газа, горных ударов и выбросов пород;

- открытые горные работы, объем разработки которых составляет более 1 млн м³/г.;
- получают, используются, перерабатываются, хранятся, транспортируются опасные вещества в количествах, соответствующих данному классу опасности;
- газораспределительные станции, сети газораспределения и газопотребления с давлением более 1,2 МПа для природного газа или 1,6 МПа для сжиженного углеводородного газа;
- переработку угля и горючих сланцев.

К объектам 3-го класса опасности относятся, как правило, предприятия, их площадки и подразделения, осуществляющие следующие виды работ или имеющие объекты:

- бурение и добычу газа, нефти, газового конденсата с содержанием в продукции 1–6 % H₂S;
- объекты, осуществляющие теплоснабжение населения и социально значимых категорий потребителей, на которых работает оборудование под избыточным давлением более 1,6 МПа или при температуре рабочей среды более 250 °C;
- подвесные канатные дороги;
- получают, транспортируются и используются расплавы черных и цветных металлов на оборудовании с массой расплава 0,5–10 т;
- ведутся открытые горные работы с объемом разработки горной массы 0,1–1 млн м³/г.;
- элеваторы и объекты мукомольного, крупяного, комбикормового производств;
- получают, используются, перерабатываются, хранятся, транспортируются опасные вещества в количествах, соответствующих данному классу опасности;
- газораспределительные станции, сети газораспределения и газопотребления с избыточным давлением газа менее 1,2 МПа.

К объектам 4-го класса опасности относятся, как правило, предприятия, их подразделения и производственные объекты низкой опасности:

- бурение и добыча газа, нефти, газового конденсата с содержанием в продукции менее 1 % H_2S ;
- оборудование, работающее под избыточным давлением газа, пара, воды 0,07–1,6 МПа или при температуре воды 115–250 °С;
- стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы в метрополитене, фуникулеры;
- проводят открытые горные работы с объемом разработки менее 100 тыс. м³/г. без опасности прорывов воды и горных ударов;
- проводят хранение и переработку растительного сырья, кроме элеваторов, мукомольного, крупяного и комбикормового производств;
- получают, используют, перерабатывают, хранят, транспортируют опасные вещества в небольших количествах.

8.2. Обеспечение требований промышленной безопасности

Опасные производственные объекты подлежат регистрации в государственном реестре в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации [7].

В целях осуществления государственной политики в области промышленной безопасности Президент РФ или по его поручению Правительство РФ определяет федеральный орган исполнительной власти, специально уполномоченный в области промышленной безопасности, который осуществляет нормативно-правовое регулирование, а также разрешительные, контрольные и надзорные функции в области промышленной безопасно-

сти — Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Этот орган имеет подведомственные ему территориальные подразделения, создаваемые в установленном порядке.

Все виды деятельности на опасном производственном объекте могут осуществляться на основании соответствующей лицензии или разрешения, выданной Ростехнадзором.

При рассмотрении вопроса о выдаче лицензии или разрешения на эксплуатацию опасного производственного объекта одновременно с документами, определяемыми законами и иными нормативно-правовыми актами, представляются:

- акт приемки опасного производственного объекта в эксплуатацию или положительное заключение экспертизы промышленной безопасности на технические устройства, применяемые на ОПО, здания и сооружения на ОПО;
- декларация промышленной безопасности опасного производственного объекта (для ОПО 1-и 2-го класса опасности);
- договор обязательного страхования гражданской ответственности за причинение вреда в результате аварии или инцидента на ОПО.

8.2.1. Экспертиза промышленной безопасности

Экспертизе промышленной безопасности подлежат:

- проектная документация на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта;
- технические устройства, применяемые на ОПО;
- здания и сооружения на опасном производственном объекте;
- декларация промышленной безопасности и иные документы, связанные с эксплуатацией опасного производственного объекта.

Экспертизу промышленной безопасности проводят организации, имеющие лицензию на проведение указанной экспертизы, за счет средств организации, эксплуатирующей опасный производственный объект.

Результатом осуществления экспертизы промышленной безопасности является заключение.

Экспертиза проводится на основании заявки заказчика или других документов в соответствии с согласованным экспертной организацией и заказчиком условий в договоре на оказание услуг и его приложениях.

Срок проведения экспертизы определяется сложностью объекта экспертизы, но не должен превышать трех месяцев с момента получения экспертной организацией от заказчика экспертизы комплекта необходимых материалов и документов в соответствии с договором на проведение экспертизы.

Экспертиза промышленной безопасности проводится в следующем порядке:

1) определение объекта экспертизы (проектная документация, декларация промышленной безопасности, обоснование промышленной безопасности, здания и сооружения или технические устройства опасного производственного объекта);

2) подбор материалов и документации для проведения экспертизы в соответствии с действующими нормативными документами. Представляют:

- проектную, конструкторскую, эксплуатационную, ремонтную документацию;
- нормы безопасности, принятые в проекте, и требования по безопасности по каждой части проекта;
- описание решений по предотвращению аварий и описание действий, которые следует выполнить в случае аварии;
- описание используемых технических устройств и их паспорта;

- декларацию промышленной безопасности опасного производственного объекта;
 - инструкции и технические регламенты;
 - акты испытаний и сертификаты;
- 3) назначение необходимых видов экспертиз и заключение договоров;
- 4) осуществление проверки промышленной безопасности на объекте:
- установление полноты, достоверности и правильности представленных сведений, соответствие стандартам, нормам и правилам промышленной безопасности;
 - выполнение испытаний по методикам и программам, которые согласовывались с заказчиком;
 - при выездной проверке на предприятии, комиссия наблюдает за ходом работ на опасном производственном объекте. В комплексную проверку при этом входит выявление:
 - компетентности работников и руководителей;
 - пригодности помещений и приборного оборудования;
 - наличия надежных систем маркировки и идентификации;
 - наличия нормативных технических, методических документов, правил, рабочих инструкций и их исполнение;
 - соблюдения требований к содержанию и оформлению отчетных документов;
- 5) экспертам предоставляются результаты анализов, расчеты, отчеты, протоколы, а также другие необходимые документы.

Эксперты проверяют полноту, достоверность и правильность представленной информации, соответствие ее стандартам, нормам и правилам промышленной безопасности.

Экспертная группа должна получить в свое распоряжение все необходимые результаты анализов, документы, расчеты, прото-

колы и отчеты в письменном виде. В отдельных случаях силами экспертной организации могут быть проведены испытания на месте расположения объекта по согласованным с заказчиком методам.

Результаты проведенных экспертами работ оформляются каждым членом экспертной группы в виде отчета. Экспертная организация хранит отчеты экспертов в своем архиве в течение всего срока действия лицензии.

Эксперт обобщает результаты анализов и составляет проект экспертного заключения, копию которого пересылается заказчику для согласования.

При положительном заключении экспертизы в нем перечисляются объекты, на которые распространяется действие заключения экспертизы с условиями или без них.

В случае принятия решения о выдаче отрицательного заключения экспертизы, экспертная комиссия немедленно ставит в известность об этом Ростехнадзор, а заказчику должны быть представлены обоснованные выводы:

- о необходимости доработки представленных материалов по замечаниям и предложениям, изложенным в итоговом отчете экспертов;
- о недопустимости эксплуатации объекта экспертизы ввиду необеспеченности соблюдения требований промышленной безопасности.

Замечания к декларации, выявленные в результате экспертизы, должны сопровождаться ссылками на требования норм промышленной безопасности.

Заказчик может оспорить отрицательное заключение экспертизы в установленном порядке или направить материалы на повторную экспертизу при условии переработки выявленных в ходе экспертизы замечаний.

Положительное заключение экспертизы промышленной безопасности представляется ее заказчиком для внесения в реестр,

в территориальный орган Ростехнадзора по местонахождению объекта экспертизы промышленной безопасности, за исключением заключений на линейные части магистральных трубопроводов, подлежащих регистрации в территориальном органе Ростехнадзора, который непосредственно осуществляет надзор за объектом.

8.2.2. Разработка декларации промышленной безопасности

Наиболее объективным документом, всесторонне характеризующим уровень безопасности опасного производственного объекта, является декларация промышленной безопасности.

Декларация разрабатывается для объектов 1-и 2-го класса опасности в целях обеспечения контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС (ст. 14 Закона РФ «О промышленной безопасности»).

Декларация промышленной безопасности разрабатывается в составе проектной документации на строительство, реконструкцию ОПО, а также документации на техническое перевооружение, консервацию, ликвидацию опасного производственного объекта.

Декларация промышленной безопасности находящегося в эксплуатации опасного производственного объекта разрабатывается вновь:

- в случае истечения десяти лет со дня внесения в реестр деклараций промышленной безопасности последней декларации промышленной безопасности;
- в случае изменения технологических процессов на ОПО либо увеличения более чем на двадцать процентов количества опасных веществ, которые находятся или могут находиться на опасном производственном объекте;
- в случае изменения требований промышленной безопасности;
- по предписанию Ростехнадзора или его территориального органа в случае выявления несоответствия сведений,

содержащихся в декларации промышленной безопасности, сведениям, полученным в ходе осуществления государственного надзора в области ПБ.

Декларация разрабатывается проектной организацией, имеющей право (лицензию) на проектирование опасных производственных объектов. Разрабатываемая вновь декларация проходит обязательную экспертизу промышленной безопасности в установленном Ростехнадзором порядке.

Структура и порядок разработки декларации определяется приказом Ростехнадзора от 29 ноября 2005 г. № 893 «Порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в нее сведений».

Декларация с положительным заключением экспертизы по ней направляется в центральный аппарат Ростехнадзора в целях внесения декларации в реестр деклараций промышленной безопасности.

Декларация промышленной безопасности включает:

- всестороннюю оценку риска аварии и связанной с ней угрозы;
- анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями промышленной безопасности;
- анализ мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте;
- разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварии и размера ущерба, нанесенного в случае аварии на опасном производственном объекте.

Срок действия декларации — 5 лет.

Декларация безопасности опасного производственного объекта включает следующие данные:

- титульный лист и аннотацию (наименование декларации и сведения о разработчиках);
- краткие сведения о промышленном объекте (адрес, перечень и количество опасных веществ, топография района расположения объекта, численность персонала и населения на прилегающих территориях, вид страхования объекта, порядок возмещения ущерба);
- анализ опасностей и риска —
 - характеристики опасного вещества: формула, состав, данные о температурах самовоспламенения, вспышки и пределах взрываемости, токсичности; предельно допустимых концентрациях в воздухе, способности к реакции; воздействие на людей, средства защиты, первой помощи и меры по переводу в безопасное состояние; описание технологической схемы с системой автоматизации и запорных устройств; технические характеристики;
 - распределение опасных веществ на производстве и физические условия их содержания (в аппаратах, трубопроводах, бочках, на складе);
 - сведения об известных авариях (причины, сценарии развития, поражающие факторы и параметры, оценка риска аварии).

Сценарий аварии — последовательность отдельных логически связанных событий, обусловленных конкретным инициирующим событием, приводящих к аварии с конкретными опасными последствиями.

Оперативная часть плана локализации ЧС включает:

- наименование сценария (стадии) аварии;
- предпосылки и признаки аварии;
- способы и технические средства противоаварийной защиты;
- порядок действий по ликвидации аварии;

- меры по обеспечению технической безопасности (системы контроля, профессиональная подготовка персонала);
- действия в случае промышленной аварии (оповещение, защита людей, медицинское обеспечение);
- информирование общественности об опасном промышленном объекте.

Декларация промышленной безопасности утверждается руководителем организации, эксплуатирующей опасный производственный объект. Руководитель организации, эксплуатирующей ОПО, несет ответственность за полноту и достоверность сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

При разработке декларации для действующего ОПО в состав сведений об обеспечении требований промышленной безопасности следует включать сведения как о выполняемых, так и о планируемых мерах. При разработке декларации в составе проектной документации представляются сведения о мерах, представленных в проектной документации.

8.2.3. Требования промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на ОПО

В целях обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии организация, эксплуатирующая ОПО, обязана:

- планировать и осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте;
- заключать с профессиональными аварийно-спасательными службами или аварийно-спасательными формированиями договоры на обслуживание, в случаях, предусмотренных законодательством РФ, создавать собственные профессиональные аварийно-спасатель-

- ные службы или аварийно-спасательные формирования, а также нештатные аварийно-спасательные формирования из числа работников;
- иметь резервы финансовых средств и материальных ресурсов для локализации и ликвидации последствий аварий в соответствии с законодательством Российской Федерации;
 - обучать работников действиям в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте;
 - создавать системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии и поддерживать указанные системы в пригодном к использованию состоянии.

8.3. Техническое расследование причин аварии

По каждому факту возникновения аварии на опасном производственном объекте проводится техническое расследование ее причин (ст. 12 закона РФ «О промышленной безопасности»).

Порядок расследования определен документом «Порядок проведения технического расследования причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов промышленного назначения на объектах, поднадзорных Ростехнадзору», утвержденным приказом Ростехнадзора от 19 августа 2011 г. № 480.

Техническое расследование причин аварии проводится специальной комиссией, возглавляемой представителем федерального или территориального органа исполнительной власти, специально уполномоченного в области промышленной безопасности (Ростехнадзора).

В состав комиссии также включаются:

- представители субъекта РФ и (или) органа местного самоуправления, на территории которых располагается ОПО;

- представители организации, эксплуатирующей ОПО;
- представитель страховщика;
- профсоюзных организаций;
- другие представители в соответствии с законодательством РФ.

Президент или Правительство РФ могут принимать решение о создании государственной комиссии по техническому расследованию причин аварии и назначать ее председателя.

Техническое расследование причин аварии, связанной с передвижными техническими устройствами (краны, подъемники (вышки), передвижные котельные, цистерны, вагоны, локомотивы, автомобили и др.), проводится территориальным органом Ростехнадзора, на территории деятельности которого произошла авария, а их учет производится территориальным органом Ростехнадзора, в котором эти устройства зарегистрированы.

Комиссия по техническому расследованию причин аварии может привлекать к расследованию экспертные организации и специалистов в области промышленной безопасности и в других областях.

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, и ее работники обязаны представлять комиссии по техническому расследованию причин аварии всю информацию, необходимую указанной комиссии для осуществления своих полномочий.

Комиссия по техническому расследованию аварии должна незамедлительно приступить к работе и в течение 30 календарных дней составить акт технического расследования причин аварии по соответствующей форме, другие необходимые документы и материалы.

В зависимости от характера аварии и необходимости проведения дополнительных исследований и экспертиз срок технического расследования причин аварии может быть увеличен приказом территориального органа Ростехнадзора, назначившим данное расследование, но не более чем на 15 календарных дней.

В акте указываются причины и обстоятельства аварии, размер причиненного вреда, допущенные нарушения требований промышленной безопасности, фамилии работников, допустивших эти нарушения, а также меры, которые приняты для локализации и ликвидации последствий аварии, и содержатся предложения по предупреждению подобных аварий.

Материалы технического расследования причин аварии не позднее трех дней после окончания расследования направляются в федеральный или территориальный орган Ростехнадзора, а также в иные заинтересованные государственные органы.

Финансирование расходов на техническое расследование причин аварии осуществляется организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект, на котором произошла авария.

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, ведет учет аварий по установленной форме, анализирует причины их возникновения, один раз в полугодие представляет в территориальный орган Ростехнадзора информацию о количестве аварий, причинах их возникновения и принятых мерах. Территориальные органы Ростехнадзора в течение суток с момента произошедшей аварии передают в Ростехнадзор оперативные сведения об авариях на опасном производственном объекте по установленной форме. Учет аварий на предприятии должен вестись в специальном журнале, ответственность за правильность учета возлагается на руководителя предприятия.

Установление причин, анализ и учет инцидентов осуществляется организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект.

Порядок проведения работ по установлению причин инцидентов определяется руководством организации по согласованию с территориальным органом Ростехнадзора.

Для установления причин инцидентов создается комиссия. Состав комиссии назначается приказом руководителя организа-

ции (установление причин инцидентов в химическом, нефтехимическом и нефтеперерабатывающем производстве производится с обязательным участием территориальных органов Ростехнадзора). Результаты работы по установлению причин инцидента оформляются актом по форме, установленной предприятием. Акты расследования должны содержать информацию о дате и месте инцидента, его причинах и обстоятельствах, принятых мерах по ликвидации инцидента, продолжительности простоя и материальном ущербе, в том числе вреде, нанесенном окружающей природной среде, а также меры по устранению причин инцидента.

Учет инцидентов на опасном производственном объекте ведется в специальном журнале, где регистрируются дата и место инцидента, его характеристика и причины, продолжительность простоя, экономический ущерб (в том числе вред, нанесенный окружающей природной среде), меры по устранению причин инцидента и отметка об их выполнении.

Организация ведет анализ причин инцидентов и ежеквартально сообщает в территориальный орган Ростехнадзора информацию о количестве инцидентов, причинах их возникновения и принятых мерах по установленной форме. В случае если инциденты имеют негативные экологические последствия, ежеквартальная информация о них сообщается и в территориальный орган Ростехнадзора.

Территориальные органы Ростехнадзора осуществляют контроль учета и анализа инцидентов на опасных производственных объектах, а также проверку достаточности разработанных мер по устранению причин и предупреждению инцидентов и соблюдения сроков их выполнения.

Экономический ущерб от аварии подсчитывается предприятием. Документ об учете экономических последствий аварии, подписанный руководителем предприятия, прилагается к акту расследования аварии. Результаты расчетов в указанном документе используют для подсчета итогового размера экономического

ущерба от аварии для формирования статистической отчетности о размере ущерба, количестве пострадавших на производстве и другой отчетности.

Экономический ущерб от аварии складывается из прямых убытков и производственных затрат.

Прямые убытки включают предусмотренные выплаты заработной платы за работы, связанные с ликвидацией аварии, стоимость полностью или частично выведенных из сферы производства материальных ценностей.

Производственные затраты — дополнительные затраты материальных, финансовых и трудовых ресурсов для ремонта и восстановления аварийных объектов или их звеньев.

8.4. Обязательное страхование ответственности за причинение вреда при аварии на ОПО

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана застраховать ответственность за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу третьих лиц и окружающей природной среде в случае аварии на опасном производственном объекте.

Минимальный размер страховой суммы определяется в зависимости от класса и типа опасного объекта. Для ОПО 1- и 2-го классов опасности минимальный размер страховой суммы по Федеральному закону № 225-ФЗ зависит от максимально возможного числа пострадавших при развитии наиболее тяжелого сценария аварии на производственном объекте. Для них установлены следующие значения минимальных страховых сумм в зависимости от максимально возможного числа потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии на ОПО:

- 6,5 млрд р. — более 3 тыс. человек;
- 1 млрд р. — 1,5–3 тыс. человек;

- 0,5 млрд р. — 0,3–1,5 тыс. человек;
- 0,1 млрд р. — 150–300 человек;
- 50 млн р. — 75–150 человек;
- 25 млн р. — 10–70 человек;
- 10 млн р. — до 10 человек.

Для ОПО 3- и 4-го классов опасности минимальные значения страховых сумм зависят от типа производства и ведомственной принадлежности:

- 50 млн р. — ОПО химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности;
- 25 млн р. — сети газопотребления и газоснабжения, в том числе межпоселковые;
- 10 млн р. — остальные опасные производственные объекты.

9. Российская система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Структура и основные задачи

9.1. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и ее уровни

В соответствии с требованиями закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ) руководство гражданской обороной (ГО) в Российской Федерации осуществляет Правительство РФ.

Единая система, состоящая из функциональных и территориальных подсистем, действует на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях.

Руководство ГО в республиках, краях, областях, автономных образованиях, районах и городах, министерствах и ведомствах, в учреждениях, организациях и на предприятиях, независимо от форм собственности, возлагается на соответствующих руко-

водителей органов исполнительной власти, министерств, ведомств, учреждений, организаций, предприятий.

Законом установлено, что указанные руководители являются по должности начальниками гражданской обороны. Они несут персональную ответственность за организацию и осуществление мероприятий ГО, создание и обеспечение сохранности накопленных фондов индивидуальных и коллективных средств защиты и имущества, а также за подготовку сил, обучение населения и персонала предприятий к действиям в чрезвычайных ситуациях на подведомственных территориях и объектах.

Структура Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) определена постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. № 794 и включает следующие уровни:

- на федеральном уровне — Правительственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности, комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности федеральных органов исполнительной власти и уполномоченных организаций, имеющих функциональные подсистемы единой системы;
- межрегиональный уровень (в пределах соответствующего федерального округа) — функции и задачи по обеспечению координации деятельности федеральных органов исполнительной власти и организации взаимодействия федеральных органов исполнительной власти с органами государственной власти субъектов РФ, органами местного самоуправления и общественными объединениями в области защиты населения и территорий от ЧС осуществляет в установленном порядке полномочный представитель Президента РФ в федеральном округе;
- на региональном уровне (в пределах территории субъекта РФ) — комиссия по предупреждению и ликвидации

- ЧС и обеспечению пожарной безопасности органа исполнительной власти субъекта РФ;
- на муниципальном уровне (в пределах территории муниципального образования) — комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности органа местного самоуправления;
 - на объектовом уровне — комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности организации.

Территориальные подсистемы (в пределах территории субъектов РФ) подразделяются на звенья, соответствующие принятому административно-территориальному делению. Организация, состав сил и средств территориальных подсистем, а также порядок их деятельности определяются положениями о них, утверждаемыми в установленном порядке органами исполнительной власти субъектов РФ. Их руководящими органами на местах являются управления (отделы) по делам ГО и ЧС.

Территориальные подсистемы планируют, разрабатывают и осуществляют мероприятия по предотвращению ЧС, создают, оснащают и готовят силы для ликвидации последствий возможных чрезвычайных ситуаций. Кроме того, занимаются вопросами финансового и материально-технического обеспечения. Как правило, они действуют самостоятельно, если масштабы аварий, катастроф и стихийных бедствий не выходят за пределы подведомственных территорий.

Функциональные подсистемы состоят из органов управления, сил и средств министерств и ведомств РФ, непосредственно решающих задачи по наблюдению и контролю за состоянием природной среды и потенциально опасных объектов, созданию чрезвычайных резервных фондов, защите населения, а также по локализации и ликвидации ЧС. В состав отдельных функциональных подсистем могут входить органы управления, силы и средства нескольких министерств и ведомств России, перед ко-

торыми поставлены схожие задачи или задачи, дополняющие друг друга.

Российская система чрезвычайных ситуаций (РСЧС) имеет пять уровней управления: федеральный, межрегиональный, региональный, местный и объектовый. Межрегиональный уровень является уровнем координации региональных подсистем и появился в результате деления России на 7 крупных регионов. Они в основном вписываются в границы существующих военных округов. Их центры размещены в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске, Красноярске, Чите и Хабаровске. Этот уровень необходим для координации сил гражданской обороны, организации и координации взаимодействия территориальных органов исполнительной власти и управления сопредельными республиками, краями, областями в случае возникновения не только местных, но и региональных или глобальных ЧС.

Постоянно действующими органами управления единой системы являются:

- на федеральном уровне — Министерство РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС), подразделения федеральных органов исполнительной власти и уполномоченных организаций, имеющих функциональные подсистемы единой системы, для решения задач в области защиты населения и территорий от ЧС и (или) ГО;
- на межрегиональном уровне — территориальные органы МЧС — региональные центры по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий;
- на региональном уровне — территориальные органы МЧС — органы, специально уполномоченные решать задачи ГО и задачи по предупреждению и ликвидации ЧС по субъектам РФ (Главные управления МЧС по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий по субъектам РФ);

- на муниципальном уровне — органы, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС и (или) ГО при органах местного самоуправления;
- на объектовом уровне — структурные подразделения организаций, уполномоченных на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС и (или) гражданской обороны.

Постоянно действующие органы управления единой системы создаются и осуществляют свою деятельность в порядке, установленном законодательством России. Компетенция и полномочия постоянно действующих органов управления единой системы определяются соответствующими положениями о них или уставами указанных органов управления.

Для осуществления экспертной поддержки в области защиты населения и территорий от ЧС, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах при постоянно действующих органах управления единой системы могут создаваться экспертные советы.

Органами повседневного управления единой системы являются:

- на федеральном уровне — Национальный центр управления в кризисных ситуациях, центры управления в кризисных ситуациях (ситуационно-кризисные центры), информационные центры, дежурно-диспетчерские службы федеральных органов исполнительной власти и уполномоченных организаций, имеющих функциональные подсистемы единой системы;
- на межрегиональном уровне — центры управления в кризисных ситуациях региональных центров;
- на региональном уровне — центры управления в кризисных ситуациях Главных управлений МЧС по субъектам РФ, информационные центры, дежурно-диспетчерские службы органов исполнительной власти субъектов РФ

и территориальных органов федеральных органов исполнительной власти;

- на муниципальном уровне — единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований;
- на объектовом уровне — дежурно-диспетчерские службы организаций.

На объектовом уровне у начальников ГО организации рабочим аппаратом должен стать отдел (группа), комплектуемая штатными работниками и должностными лицами, не освобожденными от своих основных обязанностей. Их численность определяют нормативные документы министерств, ведомств и сами руководители предприятий.

Отдел является органом управления начальника ГО объекта, на который возлагаются: организация и обеспечение непрерывного управления ГО при любых авариях, катастрофах и стихийных бедствиях; своевременное оповещение служб, формирований, рабочих, служащих и населения прилегающих населенных пунктов о возникновении ЧС; разработка «Плана по организации ГО» и «Плана действий по предупреждению и ликвидации ЧС»; осуществление мероприятий по защите трудового коллектива; обучение личного состава нештатных и штатных аварийных формирований, рабочих и служащих; поддержание постоянной готовности сил и средств для действий при ЧС.

Для организации и проведения специальных мероприятий по ГО и ЧС, подготовки сил и средств, управления ими при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ создаются службы: связи и оповещения, охраны общественного порядка, противопожарная, аварийно-техническая, убежищ и укрытий, медицинская, противорадиационной и противохимической защиты, автотранспортная, материально-технического снабжения и др.

Количество служб определяется начальником ГО объекта в зависимости от специфики предприятия и наличия структурных подразделений для их организации.

Ниже приведена схема организации гражданской обороны УрФУ (рис. 23).

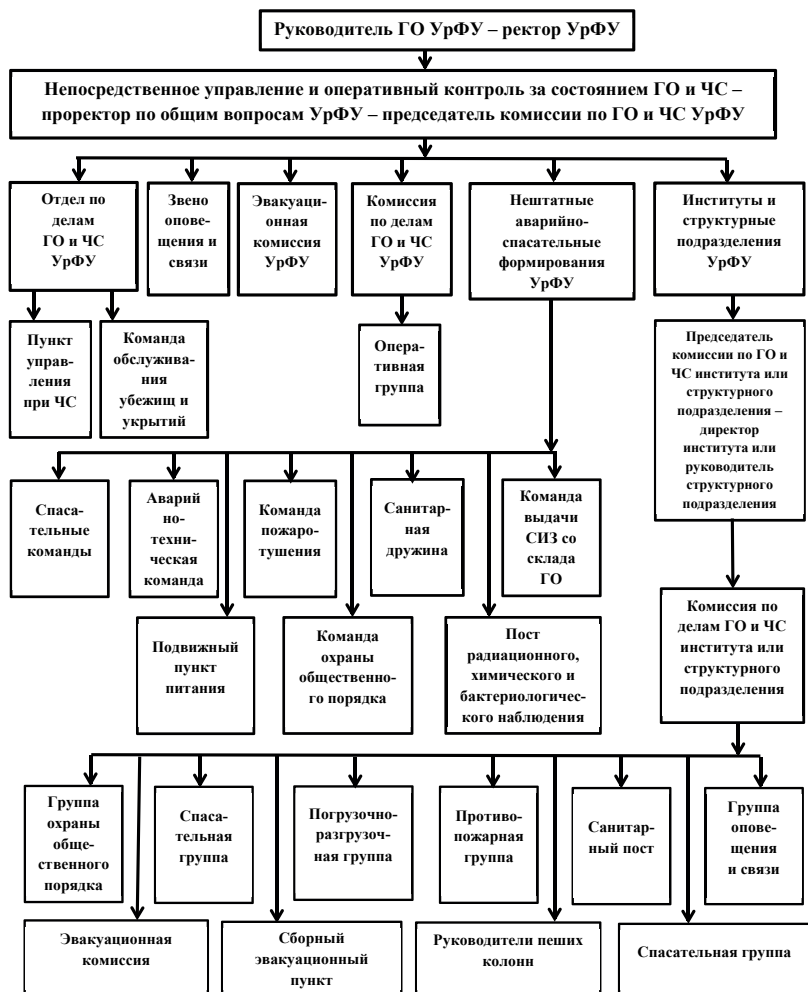


Рис. 23. Структура организации гражданской обороны УрФУ

9.2. Основные задачи РСЧС

Российская система предупреждения и ликвидации ЧС занимается проблемами оказания гуманитарной помощи пострадавшим в результате стихийных бедствий, аварий, катастроф, вооруженных конфликтов в России и за ее пределами, информационным обеспечением в зонах ЧС, созданием сил быстрого реагирования на все ЧС, где бы они ни происходили.

Перечислим основные задачи РСЧС.

1. Одна из главнейших задач РСЧС — проведение единой государственной политики в области предупреждения и ликвидации ЧС, а при их возникновении — защита жизни и здоровья людей, территорий, материальных и культурных ценностей, окружающей среды. Для этого МЧС разрабатывает и вносит в правительство проекты соответствующих законодательных актов и решений.

2. Сформировать и внедрить четкую систему экономических и правовых мер, направленных на обеспечение защиты населения, технической и экологической безопасности.

Особую остроту приобрела задача предупреждения природных и техногенных катастроф. Основные усилия для ее решения направлены на разработку необходимой нормативно-правовой базы и механизмов надзора и контроля, финансового обеспечения.

Состояние работы по предупреждению ЧС на всех уровнях сегодня не обеспечивает полной безопасности населения, национального достояния и окружающей природной среды. ЧС, связанные с весенними половодьями и дождевыми паводками, тайфунами, цунами, оползнями, землетрясениями, прорывами гидротехнических сооружений, разрывами нефте- и газопроводов, взрывами и пожарами, свидетельствуют, что профилактические и предупреждающие меры или не проводились, или были малоэффективны. Исполнительные власти, руководители предприятий и организаций слишком мало уделяли внимания вопросам предупреждения ЧС.

3. Проведение мероприятий по защите населения и территории при ЧС. Эти мероприятия должны охватывать инженерную, радиационную, химическую, медицинскую защиту, эвакуационные меры. В последнее время в связи со снижением уровня квалификации строителей стало больше нарушений требований норм при проектировании и строительстве зданий и сооружений. Например, допускается возведение жилых домов и предприятий в зонах затопления и других потенциально опасных районах. Прекратилось строительство защитных сооружений.

4. Организация оповещения и информирование населения о ЧС. Слабым местом в решении этой задачи были и остаются локальные системы оповещения вокруг потенциально опасных объектов (химических предприятий, атомных электростанций, водопроводных станций, некоторых предприятий пищевой промышленности).

5. Ликвидация чрезвычайных ситуаций. Эта задача требует проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ. Пожары, взрывы, разливы АХОВ, прорывы дамб, снежные заносы, наводнения, землетрясения, транспортные катастрофы происходят ежегодно и многократно.

В 1993 г. ливневые дожди привели к переполнению Киселевского водохранилища в Свердловской области и прорыву временной перемычки. В зоне затопления оказалось 1772 дома и 12 промышленных предприятий г. Серов.

Части и подразделения МЧС ежегодно более 1000 раз привлекаются к работам, связанным с ликвидацией чрезвычайных ситуаций.

Задача создания и обеспечения готовности сил и средств РСЧС является весьма актуальной. Несмотря на то что эта работа признана удовлетворительной, ее уровень не всегда отвечает современным требованиям.

6. Оказание гуманитарной помощи. Эта задача новая, в современных условиях она приобретает все большее значение. Гуманитарные грузы были доставлены в Дагестан, Курганскую, Са-

халинскую области России, в Таджикистан, Абхазию, Армению, Южную Осетию, Молдову, а также на Мадагаскар, в Танзанию, Заир и Египет. В ДНР и ЛНР МЧС гуманитарными конvoями перевезло огромное количество продовольствия, медикаментов.

7. Подготовка руководящего состава, специалистов и обучение населения. Основопологающим правовым документом для решения данной задачи является закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера». Этот законодательный акт призван в корне изменить отношение всех органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, а также руководителей предприятий и организаций независимо от их формы собственности ко всему комплексу защитных мероприятий.

Разработана и внедряется единая государственная система обучения всего населения России, начиная с дошкольных лет, действиям в различных ЧС. Ответственность за организацию и качественное проведение учебы несут органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления и руководители предприятий. Занятия с неработающим населением должны проводиться по месту жительства. Начальники ГО объектов обеспечивают обучение своих работников способам защиты при ЧС, готовят их к действиям в составе невоенизированных формирований. Обучение руководящего и командно-начальствующего состава организуется в специализированных учебно-методических центрах МЧС.

8. Обеспечение функционирования объектов и отраслей в период ЧС.

Главной целью осуществления работ по повышению их устойчивости является создание таких условий, при которых любой объект, отрасль или система функционировали надежно в самых сложных экстремальных ситуациях и не только в военное, а и в мирное время. Вопросы жизнеобеспечения должны решаться не только на крупных и промышленных предприятиях.

9. Организация пропаганды среди граждан России социально-экономической значимости, места и роли РСЧС в общей системе

безопасности страны. Выполнение данной задачи включает распространение знаний, практического опыта и достижений в области ГО, предупреждения и ликвидации ЧС. Пропаганда должна опираться на сегодняшние реалии; акцент делается на том, что ГО существует почти во всех странах мира, и никто не собирается ее ликвидировать. Наоборот, в США, Англии, Франции, Германии идет процесс ее укрепления и развития.

Министерство РФ по делам ГО и ЧС является одним из силовых министерств. Проводимые им мероприятия, его силы и средства — это составная часть, одно из звеньев всей системы общегосударственных оборонных и защитных мер.

9.3. Силы и средства РСЧС

Федеральные органы исполнительной власти располагают специально подготовленными и аттестованными силами и средствами, предназначенными для предупреждения и ликвидации ЧС. Используя их в рамках Единой государственной системы, можно до минимума свести людские и материальные потери.

Силы и средства РСЧС подразделяются: на силы и средства наблюдения и контроля; силы и средства ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Силы и средства наблюдения и контроля включают подразделения органов надзора (за состоянием котлов, мостов, АЭС, газовыми и электрическими сетями и др.), контрольно-инспекционную службу (Минприроды), службы и учреждения ведомств, осуществляющих наблюдение за состоянием природной среды, за потенциально опасными объектами, ветеринарную службу, сеть наблюдения и лабораторного контроля ГО, лабораторный контроль за качеством продуктов питания и пищевого сырья, службу предупреждения о стихийных бедствиях.

В силы и средства ликвидации ЧС в первую очередь входят соединения, части и подразделения МЧС, МО, МВД, невоени-

зированные формирования ГО, а также силы и средства, принадлежащие другим министерствам и ведомствам, государственным и иным органам, расположенным на территории России. Основу этих сил составляют войска ГО, подразделения поисково-спасательной службы и формирования постоянной готовности МЧС.

Особая роль в силах МЧС принадлежит Государственному центральному аэромобильному спасательному отряду. Создан он в марте 1992 г. Это первое в нашей стране спасательное формирование, целиком состоящее из профессионалов высокого класса. Они не раз убедительно доказывали, что хорошо знают свое дело и умеют отлично работать в самых сложных условиях. Отряд призван оперативно реагировать на природные и техногенные катастрофы не только на территории России, но и за ее пределами. В Кыргызстане, например, отряд занимался поиском и извлечением людей из-под оползней и завалов зданий, разрушенных землетрясением, оказывал необходимую помощь пострадавшим. Его личный состав способен работать автономно в течение двух недель, прибывать в зону бедствия любого континента планеты не позднее чем через 12 часов после получения соответствующего распоряжения. При необходимости в отряде можно скомплектовать сразу несколько групп спасателей, готовых одновременно и эффективно действовать в различных регионах России, в странах ближнего и дальнего зарубежья.

9.4. Права, обязанности и ответственность сотрудников по гражданской обороне

Законом РФ «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» № 68-ФЗ от 21 декабря 1994 г. определены права, обязанности и ответственность граждан за участие в мероприятиях по защите людей, материальных цен-

ностей и участие в работах по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ст. 18).

Граждане России имеют право:

- на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения ЧС в любом регионе, в любом населенном пункте;
- при необходимости использовать средства коллективной и индивидуальной защиты, другое имущество органов исполнительной власти республик, краев, областей, органов местного самоуправления и организаций, предназначенное для защиты людей в ЧС;
- получать информацию о надвигающейся опасности, о риске, которому может подвергнуться население на той или иной территории, о правилах поведения и мерах безопасности с учетом складывающейся обстановки;
- обращаться лично, а также направлять в государственные органы и органы местного самоуправления индивидуальные и коллективные обращения по вопросам защиты населения и территорий от ЧС;
- участвовать (в установленном порядке) в работах по предупреждению и ликвидации ЧС;
- на возмещение ущерба, причиненного их здоровью и имуществу из-за аварий, катастроф, пожаров и стихийных бедствий;
- на медицинское обслуживание, компенсации и льготы за проживание и работу в зонах ЧС;
- на государственное социальное страхование, на получение компенсации и льгот за ущерб, причиненный их здоровью при выполнении обязанностей в ходе работ по ликвидации ЧС;
- на пенсионное обеспечение в случае потери трудоспособности в связи с увечьем или заболеванием, полученным при выполнении обязанностей по защите населе-

ния и территорий от ЧС, в порядке, установленном для работников, инвалидность которых наступила вследствие трудового увечья;

- на пенсионное обеспечение в случае потери кормильца, погибшего или умершего от увечья или заболевания, полученного при выполнении обязанностей по защите населения и территорий.

Граждане России обязаны:

- активно содействовать выполнению всех мероприятий, проводимых МЧС РФ;
- соблюдать законы и иные нормативные и правовые акты в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- выполнять меры безопасности в быту и повседневной трудовой деятельности, не допускать нарушений производственной и технологической дисциплины, требований экологической безопасности, которые могут привести к экстремальным ситуациям;
- изучать основные способы защиты населения и территорий от ЧС, приемы оказания первой медицинской помощи пострадавшим, правила пользования коллективными и индивидуальными средствами защиты, постоянно наращивать и совершенствовать свои знания и практические навыки для действий в любых складывающихся условиях; знать сигналы оповещения и порядок действий по ним;
- четко выполнять правила поведения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций;
- при первой возможности оказывать содействие в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Кроме общих обязанностей и требований, на каждом объекте, исходя из специфики производства, особенностей разме-

щения и учета других факторов, должны быть разработаны свои правила поведения и порядок действий как всего персонала, так и каждого сотрудника на своем рабочем месте на случай чрезвычайных ситуаций. Это могут быть правила по безаварийной остановке печей, агрегатов и технологических систем; меры безопасности при проведении аварийных, спасательных и других неотложных работ на коммунально-энергетических сетях и сооружениях; особенности действий в зонах заражения вредными, ядовитыми и радиоактивными веществами; специфика выполнения задач по ликвидации ЧС в ночное время и в непогоду.

Ст. 28 указанного закона определяет ответственность за нарушение законодательства РФ в области защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций. Должностные лица и граждане, виновные в невыполнении или недобросовестном выполнении законодательства РФ в области защиты населения и территорий, несут дисциплинарную, административную, гражданско-правовую и уголовную ответственность. В свою очередь, организации (предприятия, учреждения, учебные заведения) несут административную и гражданско-правовую ответственность в соответствии с законодательством РФ.

9.5. Оповещение о чрезвычайных ситуациях

Для предупреждения населения о надвигающемся наводнении, лесном пожаре, землетрясении или другом стихийном бедствии, передаче ему информации о случившейся аварии или катастрофе используются все средства проводной, радио- и телевизионной связи.

Разветвленная сеть, густонасыщенная средствами связи, создает благоприятные условия для оповещения населения о возникновении ЧС, дает возможность быстро проинформировать о случившемся, рассказать о правилах поведения в конкретно сложившихся условиях.

9.5.1. Сигнал «ВНИМАНИЕ ВСЕМ!»

В случае опасности людей надо быстро предупредить, где бы они ни находились. Для этого используются сирены. Поэтому завывание сирен, прерывистые гудки предприятий означают сигнал «Внимание всем!».

Услышав вой сирен, надо немедленно включить телевизор, радиоприемник, репродуктор радиотрансляционной сети и слушать сообщение местных органов власти или управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям.

На весь период ликвидации последствий стихийных бедствий или аварий все эти средства необходимо держать постоянно включенными. Местные радиотрансляционные узлы населенных пунктов и объектов переводятся на круглосуточную работу.

Аналогичные средства существуют и в других странах. Например, в Германии для того чтобы в случае необходимости обратить внимание населения, установлено и может быть задействовано около 100 тыс. сирен. В Австрии имеется их порядка 5 тыс., но этого, считают специалисты, мало, и в ближайшие годы намерено установить еще 5–7 тыс. сирен.

9.5.2. Речевая информация

На каждый случай чрезвычайных ситуаций местные органы власти совместно со штабами по делам ГО и ЧС заготавливают варианты текстовых сообщений, приближенные к своим специфическим условиям. Они заранее прогнозируют (моделируют) как вероятные стихийные бедствия, так и возможные аварии и катастрофы. Только после этого может быть составлен текст, более или менее отвечающий реальным условиям.

Например, произошла авария на химически опасном объекте. Возможен такой вариант информирования населения:

«Внимание! Говорит городское управление по делам ГО и ЧС города (области). Граждане! Произошла авария на городских

очистных сооружениях с выбросом хлора — аварийно химически опасного вещества. Облако зараженного воздуха распространяется в (таком-то) направлении. В зону химического заражения попадают (идет перечисление улиц, кварталов, районов). Населению, проживающему на улицах (таких-то), из помещений не выходить. Закрыть окна и двери, произвести герметизацию квартир. В подвалах, нижних этажах не укрываться, так как хлор тяжелее воздуха в 2,5 раза (стелется по земле) и заходит во все низинные места, в том числе и в подвалы. Населению, проживающему на улицах (таких-то), немедленно покинуть жилые дома, учреждения, предприятия и выходить в районы (перечисляются). Прежде чем выходить, наденьте ватно-марлевые повязки, предварительно смочив их водой или 2 %-м раствором питьевой соды. Сообщите об этом соседям. В дальнейшем действуйте в соответствии с нашими указаниями».

Такая информация с учетом того, что будет повторена несколько раз, рассчитана примерно на 5 мин.

Могут быть и другие варианты речевой информации на случай землетрясений, снежных заносов, ураганов и тайфунов, селей и оползней, лесных пожаров и схода снежных лавин.

Отсутствие информации или ее недостаток создают условия для возникновения панических настроений. А паника может принести значительно больше негативных последствий, чем само стихийное бедствие или авария.

Достоинства принятой и ныне действующей системы оповещения заключаются в следующем:

во-первых, звучание сирен дает возможность сразу привлечь внимание всего населения города, района, области;

во-вторых, ее можно применять как в мирное время — при стихийных бедствиях и авариях, так и в военное;

в-третьих, каждый может получить точную информацию о произошедшем событии, о сложившейся ЧС, услышать напоминание о правилах поведения в конкретных условиях.

Использованный библиографический список

1. Ноксология : учеб. / Е.Е. Барышев, А.А. Волкова, В.Г. Шишкунов, Г.В. Тягунов. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. 160 с.
2. Безопасность жизнедеятельности : толковый словарь терминов / Г.В. Тягунов, А.А. Волкова, Е.Е. Барышев, В.С. Цепелев, В.Г. Шишкунов. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. 236 с.
3. Волкова А.А. Безопасность жизнедеятельности : учеб. / А.А. Волкова, В.Г. Шишкунов, Г.В. Тягунов. Екатеринбург : УГТУ–УПИ, 2009. 243 с.
4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды : учеб. для вузов. / С.В. Белов. 2-е изд. М. : Юрайт, 2011. 680 с.
5. Фролов А.В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда : учеб. для студентов вузов / А.В. Фролов. Изд. 2-е, доп. Ростов н/Д : Феникс, 2009. 750 с.
6. Цепелев В.С. Безопасность жизнедеятельности в техносфере. Ч. 1 : учеб. пособие / В.С. Цепелев, Г.В. Тягунов, И.Н. Фетисов. Екатеринбург : Изд-во Урал. Ун-та, 2014. 120 с.
7. Хоменко А.О. Промышленная безопасность опасных производственных объектов : учеб. пособие / А.О. Хоменко, И.Н. Фетисов. Екатеринбург : УрФУ, 2016. 276 с.

8. Баратов А. Н. Пожарная безопасность : учеб. пособие / А. Н. Баратов, В. А. Пчелинцев. М. : АСВ, 1997. 176 с.
9. Шубин Е. П. Гражданская оборона / Е. П. Шубин. М. : Просвещение, 1991. 326 с.
10. Бесчастнов М. В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М. В. Бесчастнов. М. : Химия, 1991. 432 с.
11. Ботыгин В. И. Гражданская оборона : учеб. пособие / В. И. Ботыгин, П. А. Кисляков. Шуя : Изд-во ФГБОУ ШГПУ, 2011. 265 с.
12. Свойства органических соединений : справ. / М. А. Кузнецов [и др.]. Л. : Химия, 1984. 520 с.

Оглавление

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	3
2. ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	10
2.1. Основные законодательные и подзаконные акты	10
2.2. Комплекс государственных стандартов «Безопасность в ЧС»	11
3. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	14
3.1. Основные понятия и определения	14
3.2. Классификация чрезвычайных ситуаций	15
4. ПРИЧИНЫ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ НА ОБЪЕКТАХ ЭКОНОМИКИ, ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ	21
4.1. Фазы развития крупных аварий	21
4.2. Очаги поражения при чрезвычайных ситуациях	23
5. СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	26
5.1. Землетрясения	26
5.2. Наводнения	30

5.3. Аварийные работы на поврежденных зданиях	32
6. ТЕХНОГЕННЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ	40
6.1. Чрезвычайные ситуации, связанные с выбросом, угрозой выбросов АХОВ	40
6.2. Бактериологические выбросы	52
6.3. Чрезвычайные ситуации, связанные с авариями на системах электроснабжения	58
6.4. Чрезвычайные ситуации, связанные с авариями на газопроводах.....	60
6.5. ЧС, связанные с разрушением сетей водоснабжения	61
7. УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ	64
7.1. Общие положения, требования норм проектирования инженерно-технических мероприятий	64
7.2. Факторы, влияющие на устойчивость функционирования объекта экономики при ЧС	66
7.3. Требования норм проектирования инженерно-технических мероприятий (ИТМ)	110
7.5. Организация исследований устойчивости промышленного объекта, мероприятия по повышению устойчивости	123
7.6. Оценка физической устойчивости объекта к воздействию пожаров.....	133
7.7. Молниезащита зданий и сооружений	160
7.8. Мероприятия по повышению устойчивости функционирования промышленных предприятий	169
8. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	172
8.1. Общие положения.....	172
8.2. Обеспечение требований промышленной безопасности	177

8.3. Техническое расследование причин аварии	186
8.4. Обязательное страхование ответственности за причинение вреда при аварии на ОПО	190
9. РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ	192
9.1. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и ее уровни	192
9.2. Основные задачи РСЧС	199
9.3. Силы и средства РСЧС	202
9.4. Права, обязанности и ответственность сотрудников по гражданской обороне	203
9.5. Оповещение о чрезвычайных ситуациях	206
ИСПОЛЬЗОВАННЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	209

Учебное издание

Волкова Анна Альбертовна
Галембо Элеонора Петровна
Шишкунов Валерий Герасимович
Хоменко Александр Олегович
Тягунов Геннадий Васильевич
Барышев Евгений Евгеньевич

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Редактор И. В. Меркурьева
Верстка Е. В. Ровнушкиной

Подписано в печать 19.04.2017. Формат 60×84 1/16.
Бумага писчая. Цифровая печать. Усл. печ. л. 12,5.
Уч.-изд. л. 9,8. Тираж 50 экз. Заказ 102.

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5
Тел.: 8 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620075, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: 8 (343) 350-56-64, 350-90-13
Факс: 8 (343) 358-93-06
E-mail: press-urfu@mail.ru

Для заметок

