

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Амурский государственный университет

Н.А. Фролова

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
ЧАСТЬ 1

Учебное пособие

Благовещенск
Издательство АмГУ

2021

*Рекомендовано
учебно-методическим советом университета*

Рецензенты:

И.В. Бибик, канд. техн. наук, доцент кафедры техносферной безопасности и природообустройства Дальневосточного государственного аграрного университета;

А.В. Козырь, канд. техн. наук, декан Инженерно-физического факультета АмГУ

Фролова Н.А.

М31 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Часть 1. Учебное пособие. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2021. – 123 с.

В учебном пособии 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. Пособие предназначено для студентов направления подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность» и может быть использовано в качестве информативного материала для руководителей и специалистов организаций всех форм собственности.

© Амурский государственный университет, 2021

© Фролова Н.А.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
1	Законодательная и нормативно-техническая основа управления в чрезвычайных ситуациях	8
1.1	Комплекс государственных стандартов «Безопасность в ЧС»	8
2	Основные понятия и классификация чрезвычайных ситуаций	11
2.1	Классификация чрезвычайных ситуаций	
3	Причины аварий и катастроф на объектах экономики, их прогнозирование	16
3.1	Фазы развития крупных аварий	17
3.2	Очаги поражения при чрезвычайных ситуациях	19
4	Стихийные бедствия, характерные для территории России	21
4.1	Землетрясения	21
4.2	Наводнения	25
4.3	Аварийные работы на поврежденных зданиях	26
4.4	Крепление поврежденных элементов зданий	29
5	Техногенные чрезвычайные ситуации	33
5.1	Чрезвычайные ситуации, связанные с выбросом, угрозой выбросов АХОВ	33
5.2	Бактериологические выбросы	73
5.2.1	Виды и основные свойства патогенных микроорганизмов	74
5.2.2	Основные источники биологически опасных выбросов	77
5.3	Чрезвычайные ситуации, связанные с авариями на системах электро-снабжения	78
5.4	Чрезвычайные ситуации, связанные с авариями на газопроводах	79
5.5	ЧС, связанные с разрушением сетей водоснабжения	81
6	Устойчивость функционирования объектов экономики	83
6.1	Системы энергоснабжения	85
6.2	Типовые схемы электро-, газо- и водоснабжения города	86

ВВЕДЕНИЕ

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 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.

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 диоксина 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.

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

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].

1.1 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, степеней 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. 1), 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 (Таблица 1).

Таблица 1 - Классификация стандартов

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
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 водных источников 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	-

2. Основные понятия и классификация чрезвычайных ситуаций

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 относятся 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.

2.1 Классификация чрезвычайных ситуаций

Классификация ЧС осуществляется по следующим признакам.

- 1 По причинам возникновения:
 - ✓ техногенного (антропогенного) характера;
 - ✓ природного характера;
 - ✓ экологического характера.
- 2 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. (Таблица 2)

Таблица 2 - Классификация чрезвычайных ситуаций по масштабу

Характер 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

чело- век, 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.

3 По характеру поражающих факторов или источников опасности:

- ✓ тепловые;
- ✓ химические;
- ✓ радиоактивные;
- ✓ воздействие ударной волны или урагана;
- ✓ гидрологические;
- ✓ биологические.

4 По характеру воздействия на основные объекты поражения:

- ✓ разрушение;
- ✓ заражение;
- ✓ затопление;
- ✓ пожары.

5 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.).

- 6 По степени внезапности:
 - ✓ внезапные (взрывы, транспортные аварии, землетрясения);
 - ✓ быстро распространяющиеся (пожары, выбросы аварийно химически опасных веществ (АХОВ), гидродинамические 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).
- 7 По отраслям народного хозяйства, где могут возникнуть ЧС:
 - ✓ на транспорте;
 - ✓ в промышленности и энергетике;
 - ✓ строительстве;
 - ✓ коммунально-жилищной сфере.
- 8 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).

3. 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.).

3.1. 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 по-

строения 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 оказывается 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.

3.2. 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 воздействии 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:

1. 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;

2 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 %;

3 среднее разрушение:

- зданий и сооружений — разрушение внутренних перегородок, дверей, окон и перекрытий, появление трещин в стенах и в оборудовании чердач-

ных 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%;

4 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:

1 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);

2 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);

3 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)

4. 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.

4.1. 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 земная кора 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 ар-

хипелага 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.

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 (М) — 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).

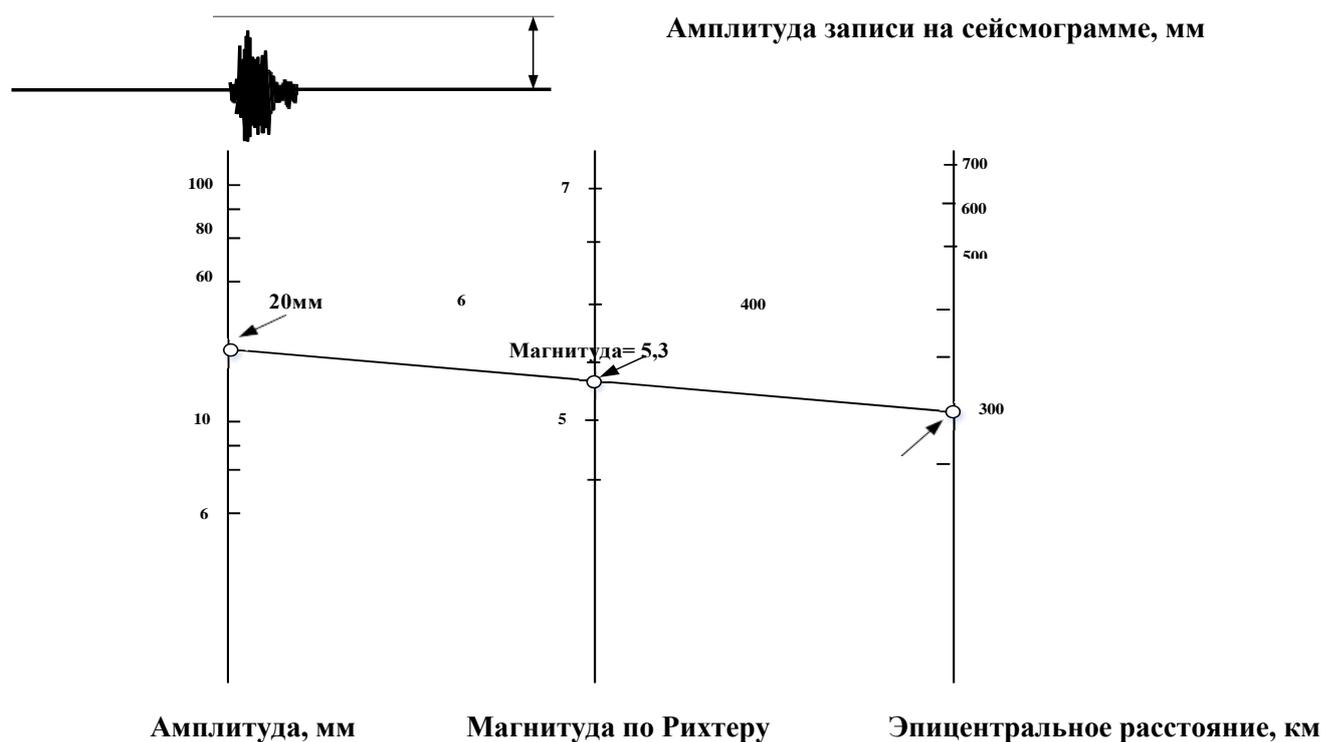


Рис. 1. Номограмма для определения магнитуды Рихтера

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 (MPЗ) оценивается по международной сейсмической шкале Медведова — 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.

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 ава-

рийно химически опасных веществ, транспортные аварии, большой общий ущерб.

4.2. 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, затапливается 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, затапливается 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, затапливается 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, затопляется 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.

4.3. 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).

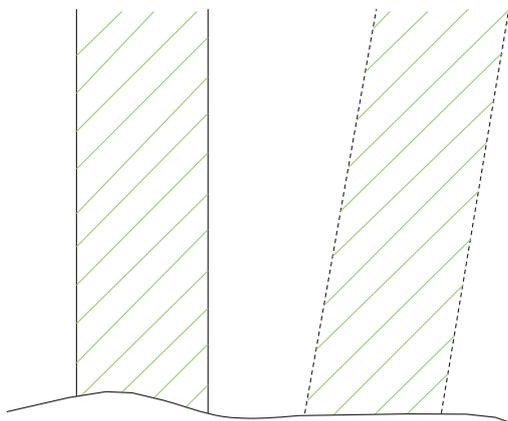


Рис. 2. Отклонение стены от вертикали

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. 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 повреждениями, которые снижают несущую способность, являются откол наружного слоя бетона с оголениями арматуры, повреждения и разрыв арматуры, трещины в толще конструкций.

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 использованием экскаваторов и кранов. Для облегчения обрушения участков стен применяют устройство в нижней ча-

сти стены горизонтальной штрабы на глубину на $1/3$ толщины стены со стороны обрушения.

4.4. 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.

Для ЧС, характеризующихся разрушением различных объектов, вероятно высвобождение в окружающую среду, в том числе в наиболее агрессивном аэродисперсном состоянии (аэрозоль), микроорганизмов — возбудителей ин-

фекционных 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, пенициллез, 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 сенсibilizаторами 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 по-

годы 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 107–108 микроклеток/м³, что превышает ПДК в 50 раз. Кроме того, концентрация частиц пыли летом достигает уровня 48,3 (± 16,7) мг/м³ (превышение ПДК в 14 раз) и зимой — 42,2 (± 7,2) мг/м³ (превышение ПДК в 10 раз). Высокая насыщенность воздуха аварийной зоны плесневелыми 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 противоэпидемических мероприятий для действий в соответствующих ЧС.

5. Техногенные чрезвычайные ситуации

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

Среди чрезвычайных ситуаций техногенного характера аварии на химически опасных объектах (ХОО) занимают одно из важнейших мест. Химизация промышленной индустрии обусловила возрастание техногенных опасностей, связанных с химическими авариями, которые могут сопровождаться выбросами в атмосферу аварийно химически опасных веществ (АХОВ), значительным материальным ущербом и большими человеческими жертвами. Как свидетельствует статистика, в последние годы на территории Российской Федерации ежегодно

происходит 80–100 аварий на химически опасных объектах с выбросом АХОВ в окружающую среду. При этом лишь часть химических соединений при сочетании определенных токсических и физико-химических свойств может стать причиной массовых поражений людей. В связи с этим приходится сосредотачивать внимание с точки зрения безопасности только на нескольких сотнях наиболее распространенных, наиболее токсичных веществах.

Химически опасный объект (ХОО) – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на этом объекте или при разрушении его может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды (ГОСТ Р22.0.05-94).

К ХОО относятся предприятия химического и нефтехимического комплекса, хладо-, мясокомбинаты, молокозаводы, станции водоочистки городов, газо-, нефте- и аммиакопроводы, различные хранилища ОВ и АХОВ. В основе классификации ХОО лежит количественная оценка степени опасности объекта с учетом следующих характеристик:

- масштаба возможных последствий химической аварии для населения и прилегающих к объекту территорий;
- типа возможной ЧС при аварии на ХОО по наихудшему сценарию;
- степени опасности АХОВ, используемых на ХОО;
- риска возникновения аварии на ХОО.

По масштабам возможных последствий аварии на ХОО делятся на четыре степени химической опасности. К химически опасным объектам 1-й степени относятся крупные предприятия химической промышленности, водоочистные сооружения, расположенные в непосредственной близости или на территории крупнейших и крупных городов.

К объектам 2-й степени ХО относятся предприятия химической, нефтехимической, пищевой и перерабатывающей промышленности, водоочистные сооружения коммунальных служб больших и средних городов, крупные железнодорожные узлы.

Таблица 1. Классификация химически опасных объектов

Показатель опасности ХОО	Кол-во рабочих, служащих и населения, находящихся в прогнозируемой зоне химического заражения с поражающими концентрациями
I степень ХО	≥ 75 тыс. чел.
II степень ХО	от 40 до 75 тыс. чел.
III степень ХО	До 40 тыс. чел.
IV степень ХО	Зона поражения с поражающими концентрациями не выходят за пределы территории объекта

К объектам 3-й степени ХО относятся небольшие предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности (хладокомбинаты, мясокомбинаты, молокозаводы и др.) местного значения, водоочистные сооружения и др. средних и малых городов и сельских населенных пунктов.

К объектам 4-й степени ХО относятся предприятия и объекты с относительно малым количеством АХОВ (менее 0,1т).

Как и аварии, по степени химической опасности ранжируются субъекты Российской Федерации и муниципальные образования. К 1 степени химической опасности относятся городские и сельские районы и города, области, края, в которых в зоне возможного химического заражения проживает более 50% населения, ко 2 степени – от 30 до 50%, к 3 степени – от 10 до 30% населения. При химических авариях АХОВ распространяются в виде облаков газов, паров, аэрозолей или в виде жидкостей.

Первичное облако – облако АХОВ, образующееся в результате мгновенного (1-3 мин.) перехода в атмосферу части содержимого емкости с АХОВ при ее разрушении.

Вторичное облако – облако АХОВ, образующееся в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

Под *эквивалентным количеством* сильно действующего ядовитого вещества понимается такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения при данной степени вертикальной устойчивости воздуха количеством данного вещества, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

Опасность на ХОО реализуется в виде химических аварий. *Химической аварией* называется авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способных привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений, окружающей природной среды (ГОСТ Р22.0.05-95). Аварии с АХОВ приводят к химическому заражению окружающей природной среды.

Химическое заражение – распространение опасных химических веществ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени (ГОСТ Р22.0.05-94).

Возможный выход облака зараженного воздуха за пределы территории химически опасного объекта обуславливает химическую опасность административно-территориальной единицы, где такой объект расположен. В результате аварии на ХОО возникает зона химического заражения.

Зона химического заражения – территория или акватория, в пределах которой распространены или куда привнесены опасные химические или биологические вещества в количествах, создающих опасность для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени (ГОСТ Р22.0.05-94).

В зоне химического заражения могут быть выделены составляющие ее зоны — зона смертельных токсодоз (зона чрезвычайно опасного заражения), зона поражающих токсодоз (зона опасного заражения) и зона дискомфорта (пороговая зона, зона заражения).

На внешней границе зоны смертельных токсодоз 50% людей получают смертельную токсодозу. На внешней границе поражающих токсодоз 50% людей получают поражающую токсодозу. На внешней границе дискомфортной зоны люди испытывают дискомфорт, начинается обострение хронических заболеваний или появляются первые признаки интоксикации.

В очаге химического заражения происходят массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений.

При авариях на химически опасных объектах может действовать комплекс поражающих факторов: непосредственно на объекте аварии — токсическое воздействие АХОВ, ударная волна при наличии взрыва, тепловое воздействие и воздействие продуктами сгорания при пожаре; вне объекта аварии — в районах распространения зараженного воздуха только токсическое воздействие как результат химического заражения окружающей среды. Основным поражающим фактором является токсическое воздействие АХОВ.

Последствия аварий на ХОО представляют собой совокупность результатов воздействия химического заражения на объекты, население и окружающую среду. В результате аварии складывается аварийная химическая обстановка, возникает чрезвычайная ситуация техногенного характера.

Люди и животные получают поражения в результате попадания АХОВ в организм: через органы дыхания — ингаляционно; кожные покровы, слизистые оболочки и раны — резорбтивно; желудочно-кишечный тракт — перорально.

Степень и характер нарушения жизнедеятельности организма (поражения) зависят от особенностей токсического действия АХОВ, их физико-химических характеристик и агрегатного состояния, концентрации паров или аэрозолей в воздухе, продолжительности их воздействия, путей их проникновения в организм.

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах) (ГОСТ Р22.9.05-95).

В настоящее время на территории страны функционирует более 3 600 химически опасных объектов, 148 городов расположены в зонах повышенной химической опасности. Суммарная площадь, на которой может возникнуть очаг химического заражения, составляет 300 тыс. км² с населением около 54 млн. человек. В этих условиях знание поражающих свойств АХОВ, заблаговременное прогнозирование и оценка последствий возможных аварий с их выбросом, умение правильно действовать в таких условиях и ликвидировать последствия аварийных выбросов — одно из необходимых условий обеспечения безопасности населения.

Классификация и характеристика наиболее распространенных АХОВ

Степень и характер нарушения жизнедеятельности организма (поражения) зависят от особенностей токсического действия АХОВ, их физико-химических характеристик и агрегатного состояния, концентрации паров или аэрозолей в воздухе, продолжительности их воздействия, путей их проникновения в организм. К наиболее распространенным АХОВ отнесены 34 вещества: аммиак, окислы азота, диметиламин, сероводород, сероуглерод, сернистый ангидрид, соляная кислота, синильная кислота, фосген, фтор, хлор, хлорпикрин, окись этилена и другие. Часто к этому списку добавляют еще 17 наиболее распространенных АХОВ:

- компоненты ракетного топлива – несимметричный диметилгидразин и жидкая четырех окись азота;
- отравляющие вещества – люизит, зарин, зоман, V – газы;
- и некоторые другие АХОВ – диоксин, метиловый спирт, фенол, бензол, концентрированная азотная и серная кислоты, ртуть металлическая и другие.

Механизм токсического действия АХОВ заключается в следующем, внутри человеческого организма, а также между ним и внешней средой, происходит интенсивный обмен веществ. Наиболее важная роль в этом обмене принадлежит ферментам - химическим (биохимическим) веществам или соедине-

ниям, способным управлять химическими и биохимическими реакциями в организме.

Токсичность тех или иных АХОВ заключается в химическом взаимодействии между ними и ферментами, которое приводит к торможению или прекращению ряда жизненных функций организма. Полное подавление тех или иных ферментных систем вызывает общее поражение организма, а в некоторых случаях его гибель.

Классификация АХОВ осуществляется:

- по степени воздействия на организм;
- по преимущественному синдрому, складывающемуся при острой интоксикации;
- по основным физико-химическим свойствам и условиям хранения;
- по тяжести воздействия на основании учета нескольких важнейших факторов;
- по способности к горению.

По характеру воздействия на человека АХОВ подразделяются на три группы:

- ингаляционного действия - воздействуют через органы дыхания;
- перорального действия – воздействует через желудочно-кишечный тракт;
- кожно-резорбтивного действия – воздействуют через кожные покровы.

По степени воздействия на организм человека АХОВ подразделяются на 4 класса опасности: 1 — чрезвычайно опасные; 2 — высокоопасные; 3 — умеренно опасные; 4 — малоопасные.

Воздействие АХОВ на человека оценивается дозой.

Доза – это количество токсического вещества, поглощенного организмом за определенное время или попавшего на кожный покров и находящегося на нем в течение некоторого времени.

Доза вещества, вызывающая определенный токсический эффект (определенную степень поражения организма человека), называется *токсодозой*.

При поражении человека через органы дыхания (ингаляционное поражение) токсодоза принимается равной произведению:

$C \times t$, где: C – средняя концентрация ОБ или АХОВ в воздухе, (г/ м³, мг/л);
 t – время пребывания человека в зараженном воздухе (экспозиция) (мин, с).

Для характеристики токсичности веществ при их воздействии на организм человека через органы дыхания находят применение следующие варианты токсодоз: *смертельная, выводящая из строя и пороговая.*

На практике чаще всего используются средняя (50%) пороговая, выводящая из строя и смертельная токсодозы:

LCt_{50} – средняя смертельная токсодоза, вызывающая с определенной степенью вероятности смертельный исход у 50% пораженных;

(L – от латинского слова *Letalis* - смертельный)

ICt_{50} – средняя выводящая из строя токсодоза, вызывающая выведение из работоспособного состояния 50% пораженных;

(I – от англ. слова *Incapacitating* – небоеспособный)

PCt_{50} – средняя пороговая токсодоза, вызывающая начальные симптомы поражения у 50% пораженных.

(P –от англ. слова *Primary* – начальный)

Все эти токсодозы измеряются в (г мин./м³), (мг с/л).

При пероральном и кожно – резорбтивном воздействии на организм человека используются:

LD_{50} – средняя смертельная токсодоза;

ID_{50} – средняя выводящая из строя токсодоза;

PD_{50} – средняя пороговая токсодоза.

Данные токсодозы измеряются в г/кг, мг/кг.

Большое практическое значение для характеристики токсичности веществ и обращения с ними используется другая величина – *предельно допустимая концентрация (ПДК) вещества в воздухе рабочей зоны.*

Под ПДК вредного вещества в воздухе рабочей зоны понимают концентрацию, которая при ежедневной работе в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

Классификацию АХОВ проводят по различным признакам.

Наиболее часто классификацию АХОВ проводят *по признаку преимущественного воздействия на человека*. В соответствии с этим признаком классификации АХОВ делятся на следующие шесть групп:

первая группа - вещества преимущественно удушающего действия (хлор, треххлористый фосфор, фосген);

вторая группа - вещества преимущественно общеядовитого действия (цианистый водород, хлорциан, синильная кислота, окись углерода);

третья группа - вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием (сероводород, окислы азота, сернистый ангидрид);

четвертая группа - нейротропные яды, то есть вещества, поражающие центральную нервную систему (фосфорорганические соединения, сероуглерод);

пятая группа - вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием (аммиак);

шестая группа - метаболические яды, поражающие центральную нервную систему и кроветворные органы (дихлорэтан, этиленоксид, метилхлорид).

Следует отметить, что данная классификация в определенной степени условна, так как большинство АХОВ действует на организм человека комплексно, кроме того, помимо основных воздействий, имеются побочные, часто очень существенные.

Значительная часть АХОВ является легковоспламеняющимися и взрывоопасными веществами, что часто приводит к возникновению пожаров и взрывов в случае разрушения емкостей.

По способности к горению все АХОВ делятся на группы:

- негорючие (фосген, диоксин и др.);

- негорючие пожароопасные вещества (хлор, азотная кислота, фтористый водород, окись углерода, сернистый ангидрит, хлорпикрин и т.д.);
- горючие вещества (акрилонитрил, амил, газообразный аммиак, гептил, дихлорэтан, сероуглерод и т.д.).

В связи с возможностью выброса (вылива) АХОВ на потенциально опасном объекте для предотвращения или уменьшения влияния вредных факторов функционирования ОЭ на людей, с/х животных и растения, а также на окружающую природную среду вокруг объекта устанавливается санитарно-защитная зона (СЗЗ).

В случае возникновения аварий на химически опасных объектах с выбросом АХОВ очаг химического поражения будет иметь следующие особенности:

- образование облаков паров АХОВ и их распространение в окружающей среде;
- в разгар аварии на объекте действует, как правило, несколько поражающих факторов: химическое заражение местности, воздуха, водоемов. Высокая или низкая температура. Ударная волна.
- наиболее опасный поражающий фактор – воздействие паров АХОВ через органы дыхания. Он действует как на месте аварии, так и на больших расстояниях от источника выброса и распространяется со скоростью ветрового переноса АХОВ.

На производственных площадках или в транспортных средствах АХОВ, как правило, содержатся в стандартных емкостных элементах. Это могут быть алюминиевые, стальные и железобетонные оболочки, в которых поддерживаются условия, соответствующие заданному режиму хранения. Способы хранения выбираются в зависимости от физико-химических свойств АХОВ. Основная цель – уменьшить объем хранимого вещества, что является весьма важным при промышленных масштабах использования химически опасных веществ.

Основным параметром, влияющим на выбор способа хранения, является температура кипения АХОВ.

Для хранения АХОВ на складах предприятий используются следующие основные способы:

- в резервуарах под высоким давлением (в этом случае расчетное давление в резервуаре соответствует давлению паров продукта над жидкостью при абсолютной максимальной температуре окружающей среды – хлор, аммиак и др.);
- в изотермических хранилищах при давлении близком к атмосферному (низкотемпературное хранилище) или до 1 Па (изотермическое хранилище, при этом используются шаровые резервуары большой вместимости от 900 до 2000 т, например, аммиак при $t = -33,4^{\circ}\text{C}$);
- хранение при температуре окружающей среды в закрытых емкостях (характерно для высококипящих жидкостей – гидразин, тетраэтилсвинец).

Характер развития и масштаб последствий происшествия на ХОО зависит от вида, количества и условий хранения АХОВ, от особенностей объекта и окружающей территории.

К наиболее тяжелым последствиям приводят разрушения стационарных и транспортных емкостей с АХОВ.

Главная особенность при хранении АХОВ, имеющего температуру кипения ниже температуры окружающего воздуха и находящегося в герметической емкости под давлением, состоит в том, что вещество в емкости находится в перегретом относительно нормальных условий состоянии. В результате, при разгерметизации емкости, то есть при падении давления до нормального, АХОВ, находясь в перегретом состоянии, начинает интенсивно кипеть, происходит чрезвычайно быстрое испарение определенной части жидкости. Этот процесс длится всего несколько минут. Образующееся при этом облако паров АХОВ и зараженного воздуха принято называть *первичным облаком*.

Если давление в емкости упало, а основные стенки целы (например, трещины или пулевое отверстие), то описанный процесс может сопровождаться взрывоподобным скачкообразным ростом давления за счет увеличенного объема образовавшегося при испарении газа, что приведет к дополнительным разрушениям.

После завершения этого процесса оставшееся жидкое АХОВ, находясь, как правило, при атмосферном давлении, испаряется со скоростью, определяемой скоростью подвода тепла к нему. Образующееся при этом *облако зараженного воздуха называют вторичным*.

Скорость испарения АХОВ, вылившегося из поврежденной емкости, зависит от влияния процессов, протекающих при взаимодействии АХОВ с подстилающей средой, существенно зависит от природы последней и меняется во времени.

Первоначально происходит бурное испарение в результате передаче жидкости тепла от подстилающей среды. По мере охлаждения подстилающей среды её верхний слой становится изолирующей прослойкой и приток тепла к жидкости от подстилающей поверхности уменьшается, а затем практически прекращается. Процесс испарения становится стационарным.

Наиболее опасной стадией аварии, безусловно, являются первые 10 минут, когда испарение АХОВ происходит интенсивно. При этом первые 2-3 минуты выброса, сжиженного АХОВ, находящегося под давлением, образуется аэрозоль в виде тяжелых облаков, которые под действием собственной силы тяжести опускаются на грунт.

Границы облака на первом этапе отчетливы, оно имеет большую оптическую плотность и только через 2-3 минуты становится прозрачным. Температура в облаке ниже, чем в окружающей среде. Учитывая его большую плотность, основным фактором, определяющим движение облака в районе аварии, является сила тяжести. На этом этапе формирование и направление движения облака носит неопределенный характер. Радиус этой зоны может достигать 0,5 - 1 км. В дальнейшем при стационарном процессе испарения вторичное облако зараженного воздуха переносится по направлению среднего ветра, образуя зону химического заражения.

Характеристика наиболее распространенных АХОВ

Хлор – газ желто-зеленого цвета в 2,5 раза тяжелее воздуха. Хорошо растворяется в воде, спирте при давлении 5-7 атм. – темно-зеленая жидкость. Хлор

– сырье для химической промышленности, в коммунальном хозяйстве используется для обеззараживания питьевой и сточной вод.

При выбросе в атмосферу хлор испаряется и образуется белый туман, стекающий по направлению ветра.

Концентрация: ПДК – 0,03 мг/м³; опасная для жизни – 100-200 мг/м³.

Поражение людей. При попадании в организм через верхние дыхательные пути вызывает раздражение, боль в носоглотке. Дыхание замедленное, кожа и слизистые становятся синими, нарастает одышка. Появляется сухой кашель, отек легких.

Первая помощь. На пораженного надеть противогаз, вывести из очага поражения, укрыть для тепла, глаза и рот промыть 2% раствором соды. Дать обильное питье (теплая вода, чай, кофе), кислород. При остановке дыхания делать искусственное дыхание.

Защита. Гражданские противогазы – при концентрации до 2500 мг/м³, на производстве – промышленные противогазы с коробками: А, БКФ, В, Е, Г.

Аммиак – бесцветный газ с характерным запахом нашатырного спирта, вещество, обладающее удушающим и нейротропным действием, легче воздуха. Аммиак перевозится в сжиженном состоянии под давлением, при выходе в атмосферу дымит, заражает водоемы, когда попадает в них. Его используют для получения азотной кислоты, соды, мочевины, синильной кислоты, удобрений и т.д., жидкий аммиак применяется в качестве рабочего вещества холодильных машин.

Предельно допустимые концентрации (ПДК): 20 мг/м³ - предельно допустимая в рабочем помещении промышленного предприятия; 500мг/м³ - опасен при вдыхании (возможен смертельный исход).

Поражение людей. Общетоксические эффекты в основном обусловлены действием аммиака на нервную систему. В случае малых концентраций наблюдается незначительное раздражение глаз и верхних дыхательных путей. При средних концентрациях наблюдается сильное раздражение в глазах и носу, сильное чихание, слюнотечение, небольшая тошнота и головная боль, покрас-

нение лица и потоотделение. Наблюдается мочеиспускание и боль в области грудины. При попадании в облако с высокими концентрациями наступает резкое раздражение слизистой оболочки рта, верхних дыхательных путей и роговой оболочки глаз, приступы кашля, чувство удушья, беспокойство, головокружение, боль в желудке, рвота. При действии очень высоких концентраций уже через несколько минут наступает мышечная слабость с повышенной рефлексорной возбудимостью, судороги, резко снижается слух. Пострадавшие иногда сильно возбуждены, находятся в состоянии буйного бреда, не способны стоять. Наблюдаются резкие расстройства дыхания и кровообращения. Смерть может наступить от сердечной слабости или остановки дыхания.

Первая помощь. Пострадавших вынести на свежий воздух, обеспечить покой и тепло, дать увлажненный кислород. Кожу и слизистые промывать в течение 15 мин водой или 2% раствором борной кислоты.

Защита. Промышленные противогазы марки КД, респираторы газовые РПГ-67-КД, РУ-60М-КД. При 750 ПДК использовать только изолирующие противогазы, защитный прорезиненный костюм, резиновые сапоги и перчатки.

Сернистый ангидрид - представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом, обладающий удушающим и общеядовитым действием. Перевозят его в сжиженном состоянии под давлением.

При выходе в атмосферу он дымит, скапливается в низких участках местности, подвалах, тоннелях, заражает водоемы.

Сернистый ангидрид используется в производстве серной кислоты, серного ангидрида, солей сернистой и серноватистой кислот. Непосредственное применение находит в бумажном и текстильном производстве, при консервировании фруктов, ягод, для предохранения вин от скисания, для дезинфекции помещений. Едкий сернистый ангидрид применяется как хладагент и растворитель.

Предельно допустимые концентрации (ПДК): 0,05 мг/м³ - среднесуточная; 10 мг/м³ - в рабочем помещении промышленного предприятия.

Поражение людей. Общее действие заключается в нарушении углеводного и белкового обмена, угнетении окислительных процессов в головном мозге, печени, селезенке, мышцах. Раздражает кроветворные органы. Признаки поражения: раздражение глаз и носоглотки. Чихание, кашель возникает при воздействии нескольких минут. При более длительном воздействии наблюдается рвота, речь и глотание затруднены. Смерть наступает от удушья вследствие рефлекторного спазма голосовой щели, внезапной остановки кровообращения в легких и шока.

Первая помощь. Вывести пострадавшего на свежий воздух. Кожу и слизистые промывать водой или 2% раствором соды не менее 15 мин, глаза – проточной водой так же не менее 15 мин.

Защита. Промышленные противогазы марки В, Е, БКФ, респираторы противогазовые РПГ-67-В и универсальные РУ-60МУ-В, а также гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские. Если концентрация сернистого ангидрида выше максимально допустимой, то должны использоваться только изолирующие противогазы. В зоне аварии для предохранения кожи человека от попадания СДЯВ работы следует проводить в защитных прорезиненных костюмах, резиновых сапогах и перчатках.

Фосген – бесцветный очень ядовитый газ с характерным сладковатым запахом гнилых фруктов, гниения, прелой листвы или мокрого сена, вещество с преимущественно удушающим действием. В газообразном состоянии примерно в 3,5 раза тяжелее воздуха, а в жидком состоянии – в 1,4 раза тяжелее воды. Хранится в жидком виде в баллонах и других емкостях, давление внутри оболочек при обычных условиях не превышает 1,5-2 атмосферы.

Из-за большой реакционной способности фосген широко используется при органических синтезах, для получения растворителей, красителей, лекарственных средств, поликарбонатов и других веществ.

Предельно допустимые концентрации (ПДК): 0,5 мг/м³ - в рабочем помещении промышленного предприятия, 1 г/м³ в течение пяти минут и 5 г/м³ в течение 2-3 секунд – наступает смерть.

Поражение людей. При вдыхании паров фосгена ощущается запах прелого сена (яблок). Период скрытого действия продолжается 4-6 часов, но в зависимости от полученной дозы может быть от 1 часа до суток. Чем короче период скрытого действия, тем менее благоприятный прогноз. Физическая нагрузка может приводить к уменьшению периода скрытого действия. У пораженных возникает кашель, затрудненное дыхание, боли в груди при вдохе, сильные хрипы. Температура тела повышается. Уменьшается количество кислорода в крови, развивается кислородная недостаточность. При явлениях сильного кислородного голодания наступает гибель пораженных (80% в первые двое суток).

Первая помощь при отравлении фосгеном. Надеть на пораженного противогаз, вынести его из опасной зоны, обеспечить полный покой, тепло. Расстегнуть ворот, пояс и все застёжки, при возможности снять верхнюю одежду, которая может быть заражена парами фосгена. Дать горячее питье, кислород. Искусственное дыхание делать нельзя! Пораженного следует быстро и в удобном положении доставить в больницу.

Защита. Промышленные фильтрующие противогазы марки «В» и гражданские противогазы ГП-5, ГП-7, детские и изолирующие. Для защиты кожи используются защитные прорезиненные костюмы, резиновые сапоги и перчатки.

Синильная кислота - (цианистый водород, цианисто-водородная кислота) – это бесцветная прозрачная жидкость. Она обладает своеобразным дурманящим запахом, напоминающим запах горького миндаля. Очень летуча, максимальная концентрация достигает 837-1100 г/м³. В газообразном состоянии обычно бесцветна. Используется для получения хлорциана, акрилонитрила, аминокислот, акрилатов, необходимых при производстве пластмасс, как средство борьбы с вредителями сельского хозяйства.

Предельно допустимые концентрации (ПДК): 0,01 мг/м³ - среднесуточная ПДК в воздухе населенных мест, 100мг/м³ более 15 мин – наступает смерть.

Поражение людей. Молниеносная форма развивается быстро после воздействия высоких концентраций. Пораженный падает, теряет сознание и спустя несколь-

ко минут погибает. При замедленной форме симптомы интоксикации развиваются медленней. Различают легкую, среднюю и тяжелую форму поражений.

В случае легкой степени пострадавший ощущает запах миндаля, металлический привкус во рту, затем возникает головокружение, головная боль и нарушение координации движений (пьяная походка). При средней степени поражения дополнительно наблюдается сильная слабость. Пострадавший падает, сознание угнетено, дыхание затруднено, зрачки расширены. В случае тяжелой формы поражения возникают судороги, потеря сознания, дыхание поверхностное, развивается паралич. Может быть непроизвольное мочеиспускание и дефекация. В дальнейшем происходит остановка дыхания и сердца. Характерным симптомом отравления является ярко розовая окраска кожи, слизистых оболочек губ и глаз, сохраняющаяся у погибшего.

Первая помощь пораженному должна оказываться немедленно. На него надо надеть противогаз, дать антидот в отравленной атмосфере (раздавить тонкий конец ампулы амилнитрата и в момент вдоха вложить под лицевую часть противогаза) и эвакуировать из зараженной зоны. Если состояние пострадавшего остается тяжелым, то через 5 минут повторно дать антидот амилнитрата. При резком ухудшении дыхания применять искусственное дыхание. При желудочных отравлениях кислотой и ее солями следует, по возможности, скорее вызвать рвоту и принять внутрь 1%-ный раствор гипосульфита натрия.

Защита. Защиту органов дыхания от синильной кислоты обеспечивают фильтрующие и изолирующие противогазы промышленные противогазы марки В и БКФ (защитный), а также гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские. Защита кожи – защитные прорезиненные костюмы, сапоги и перчатки.

Сероводород – бесцветный газ с резким неприятным запахом. Плотность газообразного сероводорода при нормальных условиях равна примерно 1,7, то есть он тяжелее воздуха. Смеси H_2S с воздухом, содержащие от 4 до 45 объемных процентов этого газа, взрывоопасны, сероводород воспламеняется при температуре около 300 °С. Плохо растворяется в воде, значительно лучше в органических веществах (соединениях). Например, один объем этилового спирта

поглощает 10 объемов газа. Сероводород – сильный восстановитель. Он содержится в попутных газах месторождений нефти, природных и вулканических газах, в воде минеральных источников. Применяют в производстве серы, серной кислоты, сульфидов, сероорганических соединений, для приготовления лечебных сероводородных ванн.

Хранится и перевозится сероводород под давлением в сжиженном состоянии в железнодорожных цистернах, а также в контейнерах и баллонах. При попадании в окружающую среду он превращается в газ и обычно скапливается в низинах, подвалах, первых этажах зданий, может загрязнять водоемы.

Поражение людей. H_2S – сильный нервный яд, вызывающий смерть от остановки дыхания. Является ингибитором тканевого дыхания в клетках. Раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. При воздействии малых концентраций наблюдаются раздражение слизистой оболочки глаз, носа и глотки, боли и резь в глазах, слезотечение, светобоязнь, боли за грудиной и кашель. Средние концентрации приводят к головной боли, головокружению, появляются неустойчивая походка, тошнота, рвота, боли в животе, понос, обморочное состояние или возбуждение с помрачением сознания. Высокие концентрации вызывают отравления по типу судорожной комы: быстрая и глубокая потеря сознания, судороги, расстройство сердечной деятельности и дыхания, отек легких. Отравление этим АХОВ может привести к смертельному исходу или возбуждению с после дующим сном. Очень высокие концентрации влекут за собой почти мгновенную смерть от паралича дыхания.

Первая помощь. При H_2S пострадавшего следует немедленно вынести на свежий воздух, обеспечить ему тепло и покой, напоить теплым молоком с содой. Затем поместить в затемненное помещение, наложить на глаза примочки с 3-процентным раствором борной кислоты. При тяжелом отравлении, а также при затрудненном дыхании дать пострадавшему кислород, если необходимо – сделать искусственное дыхание.

Защита. Защиту органов дыхания и глаз от H_2S обеспечивают фильтрующие промышленные противогазы марок «В», «КД», «КБФ», гражданские и

детские противогазы с фильтрующе-поглощающими коробками ГП-7К и ГП-5, а также в комплексе с дополнительным патроном ДПП-3. Для защиты органов дыхания при малых концентрациях могут использоваться респираторы марок «В» и «КД».

Фильтрующие противогазы используются для выхода из зоны химического заражения и при работах по ликвидации аварий на химически опасных объектах на удалении от источника заражения 400-500 м и более.

Изолирующие противогазы и аппараты (ИП-4М, ИП-5, КИП-8, АСВ-2) являются основными средствами защиты органов дыхания при аварийных выбросах H_2S , когда неизвестны концентрации, а время защитного действия фильтрующих противогазов недостаточно для выполнения работ. Чтобы предохранить кожу человека, используют защитные прорезиненные костюмы, резиновые перчатки и сапоги.

Оксид углерода (СО) – бесцветный газ без запаха. Почти не поглощается активированным углем, горит синим пламенем, с образованием CO_2 и выделением тепла. При низких температурах достаточно инертен, при высоких и в присутствии катализаторов легко вступает в различные реакции, например, с хлором – образование фосгена, с металлами – карбонилы металлов. С водой, кислотами и щелочами не реагирует.

СО – постоянный компонент атмосферы Земли, его естественный уровень 0,01-0,9 мг/м³. В воздух попадает в результате неполного сгорания органических веществ, а также выделения микроорганизмами, растениями, животными и человеком. Находится в составе вулканических газов (до 5,6%) и болотных (до 13%). Образуется в результате всех видов горения (пожаров) в условиях недостатка кислорода, отсюда и название «угарный газ».

Применяется как одно из исходных соединений, лежащих в основе современного органического синтеза. Используют для восстановления металлов из их оксидов, для получения карбонилы, ароматических альдегидов, муравьиной кислоты, метилового спирта и др. соединений. Из смеси оксида углерода и водорода можно получить синтетический бензин.

Предельно допустимые концентрации (ПДК): максимальная разовая (ПДК м.р.) - 5,0 мг/м³.

Поражение людей. СО оказывает непосредственное токсическое действие на клетки, нарушая тканевое дыхание и потребление кислорода. Соединяется с железосодержащими биохимическими системами тканей – с гемоглобином, и миоглобином. Отравление происходит при повышенном содержании его в воздухе. Легкая степень протекает без потери сознания или с кратковременным обмороком, может сопровождаться сонливостью, тошнотой, иногда рвотой. Отравление средней тяжести характеризуется потерей сознания. После выхода из этого состояния остается общая слабость, могут быть провалы памяти, двигательные расстройства, судороги. При тяжелом отравлении потеря сознания длится более 2 ч, развиваются судороги, происходят непроизвольное мочеиспускание и дефекация.

В типичных случаях отравленный теряет сознание, может находиться в коме 1-2 дня. Одышка может длиться часами или даже сутками и заканчивается смертью от остановки дыхания. Сутками может длиться и потеря сознания.

Первая помощь. При отравлении газом следует быстро вынести в лежачем положении на свежий воздух. Если этого сделать нельзя, необходимо прекратить дальнейшее поступление СО в организм (надеть противогаз или портативный медицинский кислородный респиратор). Освободить от одежды, стесняющей дыхание. Пострадавшему нужно обеспечить покой, согреть. Опасно охлаждение организма. Желательно более раннее и длительное вдыхание кислорода. Отравления тяжелой и средней степени лечат в стационаре.

Защита. При выполнении работ, сопровождающихся СО в концентрациях, превышающих ПДК, следует использовать промышленные фильтрующие противогазы марки «СО» (время защитного действия при концентрации 6,2 г/м³ - 150 мин) и марки «М» (90 мин при тех же условиях). Патрон защитный универсальный ПЗУ в комплекте с лицевой частью противогаза (время защитного действия при концентрации 6 г/м³ при положительной температуре - 300 мин, при отрицательной – 120 мин). При концентрации СО более 0,5% и кисло-

рода менее 18% следует применять кислородные изолирующие противогазы КИП-8, портативный дыхательный аппарат ПДА, изолирующие противогазы ИП-4М, ИП-5. Для выхода из зоны пожара можно использовать газодымозащитный комплект.

Ртуть – жидкий серебристо-белый металл тяжелее всех известных жидкостей. Плотность – 13,52 г/см³, плавится при температуре - 39°, кипит при + 375°С, поэтому применяется в термометрах. Пары ртути при электрических разрядах излучают голубовато-зеленый цвет. На этой основе созданы ртутные светильники и лампы дневного света. Используется в качестве катализатора при производстве хлора, едкого натра. Ртуть также находит широкое применение в измерительных приборах: термометрах, барометрах, манометрах, психрометрах, дифманометрах. Ее используют при получении амальгам, средств, предотвращающих гниение дерева, в медицинской и лабораторной практике.

Поражение людей. Первые признаки отравления появляются через 8-24 часа и выражаются в общей слабости, головных болях, болях при глотании, повышении температуры. Несколько позже наблюдаются болезненность десен, боли в животе, желудочные расстройства, иногда воспаление легких. Известны даже смертельные исходы. Хронические интоксикации длительное время протекают без явных признаков заболевания. Затем появляются повышенная утомляемость, слабость, сонливость, апатия, эмоциональная неустойчивость, головные боли, головокружение. Одновременно развивается дрожание рук, языка, век, а в тяжелых случаях – ног и всего тела.

Первая помощь. При острых отравлениях через рот немедленно промыть желудок водой с 20-30г активированного угля или белковой водой (взбитой с водой яичный белок), после чего дать молоко. Можно рекомендовать слизистые отвары риса или овсянки, и все это завершать приемом слабительного. В случае сильного ингаляционного отравления после выхода из зоны поражения пострадавшему необходим полный покой, затем госпитализация. Если отравление было легкой или начальной формы интоксикации, немедленно исключить контакт с ртутью или её парами и направить на лечение в клинических условиях.

Защита. Промышленный противогаз марки «Г» или соответствующий респиратор. Защитное действие противогаза с коробкой без аэрозольного действия – 100 часов, с аэрозольным фильтром – 80 часов. Респиратор противогазовый РПГ – 67 – Г защищает в течение 20 часов, а У - 2ГП – 5 часов.

Действия персонала ХОО и населения при авариях с АХОВ

Оповещение персонала ХОО и населения в пределах 1,5-2 км зоны осуществляется диспетчерской службой ХОО, остального населения - органами управления ГО и ЧС различных уровней.

Оповещение передается на все предприятия и в населенные пункты, находящиеся в пределах площади, ограниченной радиусом, равным максимально возможной глубине распространения АХОВ при данных метеорологических условиях. После поступления/ сигнала о химически опасной аварии приводятся в готовность к использованию средства индивидуальной и коллективной защиты, а в ряде случаев могут проводиться и подготовительные мероприятия к экстренной эвакуации персонала и населения. По сигналу оповещения во всех помещениях вентиляционные системы без фильтров выключаются или переводятся на режим внутренней циркуляции, а с фильтрами - включаются в режим фильтровентиляции.

В системе оповещения используются электросирены и аппаратура дистанционного управления и циркуляционного вызова. Кроме того, для оповещения может использоваться теле- и радиовещание, аппаратура производственной громкоговорящей связи и телефонная связь.

Учитывая возможность поступления большого количества запросов от различных организаций и населения при возникновении химически опасных аварий и оповещении о них, на ХОО целесообразно организовать информационную (справочную) службу, которая по мере развития аварии и в ходе ликвидации ее последствий должна осуществлять информацию, особенно по правилам поведения людей в условиях загрязнения АХОВ.

Отличительной особенностью возникающих при авариях на химически опасных объектах чрезвычайных ситуаций является то, что при высоких кон-

центрациях АХОВ поражение людей может происходить в короткие сроки. Аварии на химически опасных объектах могут сопровождаться разрушениями, пожарами и взрывами, что увеличивает радиус района аварии в 1,5 – 2 раза, что обосновывается возможностью выбросов в этих условиях большого количества АХОВ за счет взрыва.

В результате аварии на ХОО обслуживающий персонал и население, проживающее вблизи объекта, могут получить тяжелые поражения ядовитыми веществами. АХОВ оказывают поражающее действие на людей при попадании их паров в атмосферу, при разливе этих веществ на местности и различных поверхностях, с которыми соприкасаются люди.

Основными мерами защиты персонала ХОО и населения при авариях (разрушениях) являются:

- использование индивидуальных средств защиты и убежищ (в режиме фильтровентиляции или изоляции);
- применение антидотов и средств обработки кожных покровов;
- соблюдение режимов поведения (защиты) на зараженной территории;
- эвакуация людей из зоны заражения, возникшей при аварии;
- санитарная обработка людей, дегазация одежды, территории, транспорта, техники и имущества.

Персонал и население проживающее вблизи ХОО, должны знать свойства, отличительные признаки и потенциальную опасность АХОВ, используемых на данном объекте, способы индивидуальной защиты от поражения АХОВ, уметь действовать при возникновении аварии, оказывать первую медицинскую помощь пораженным.

Рабочие и служащие, услышав сигнал оповещения о химической опасности, должны немедленно надеть средства индивидуальной защиты (противогазы или изолирующие противогазы). Каждый на своем рабочем месте должен обеспечить правильное отключение энергоисточников, остановить агрегаты, аппараты, перекрыть газовые, паровые и водяные коммуникации.

Затем персонал укрывается в подготовленных убежищах или выходит из зоны поражения. При объявлении решения об эвакуации рабочие и служащие обязаны немедленно прибыть на сборные эвакуационные пункты объекта.

Работники, входящие в невоенизированные формирования ГО, по сигналу об аварии прибывают на пункт сбора формирований и участвуют в локализации и ликвидации очагов химического поражения.

Население, проживающее вблизи ХОО, при авариях с выбросом АХОВ, услышав сигнал оповещения по радио (телевидению) должно надеть противогазы, закрыть окна и форточки, отключить электронагревательные и бытовые приборы, газ, одеть детей, взять необходимое из теплой одежды и питание (3-дневный запас непортящихся продуктов), предупредить соседей, быстро выйти из жилого массива в указанном направлении или в сторону, перпендикулярную направлению ветра, желательно на возвышенный, хорошо проветриваемый участок местности, на расстояние не менее 1,5 км от предыдущего места пребывания, где находиться до получения дальнейших указаний.

В случае отсутствия противогаза необходимо совершить стремительный выход из зоны заражения, задержав дыхание на несколько секунд. Для защиты органов дыхания можно использовать подручные изделия из тканей, смоченных в воде, меховые и ватные части одежды. При закрывании ими органов дыхания снижается количество вдыхаемого газа, а, следовательно, и тяжесть поражения.

При движении на зараженной местности необходимо строго соблюдать следующие правила:

- двигаться быстро, но не бежать и стараться не поднимать пыли;
- не прислоняться к зданиям и не касаться окружающих предметов;
- не наступать на встречающиеся в пути капли жидкости или порошкообразные россыпи неизвестных веществ;
- не снимать средства индивидуальной защиты до распоряжения;
- при обнаружении капель АХОВ на коже, одежде, обуви, СИЗ, снять их тампоном из бумаги, ветоши или носовым платком;

- оказывать необходимую помощь пострадавшим, престарелым, неспособным двигаться самостоятельно.

После выхода из зоны заражения нужно пройти санитарную обработку. Получившие незначительные поражения (кашель, тошнота и т.д.) обращаются в медицинские учреждения.

Эвакуация населения, учитывая быстротечность развития аварии, будет иметь серьёзные трудности в проведении, особенно связанные с возможностью возникновения паники среди населения, а потому является крайней мерой защиты и проводится в исключительных случаях. Наиболее эффективно экстренная эвакуация населения может быть проведена до подхода первичного облака АХОВ.

Для ограничения доступа населения в район аварии организуются контрольно-пропускные пункты, оцепление загрязненной территории, выставление постов и установление шлагбаумов на дорогах, ведущих в зону загрязнения, патрулирование улиц городов и населенных пунктов, регулирование движения на маршрутах эвакуации населения, установление предупредительных знаков (щитов) на границах зон загрязнения.

Прогнозирование масштабов заражения при авариях на химически опасных объектах

Под аварией на химически опасном объекте понимается нарушение технологических процессов на производстве, повреждение трубопроводов, ёмкостей, хранилищ, транспортных средств, приводящее к выбросу АХОВ в атмосферу в количествах, которые могут вызвать массовое поражение людей и животных.

Одним из мероприятий комплекса мер по защите населения при авариях на химически опасных объектах является заблаговременное прогнозирование зон возможного химического заражения АХОВ, т.е. определение глубины и площади зон заражения, а также возможных потерь.

В настоящее время существуют две основные методики оценки химической обстановки при авариях и разрушениях химически опасных объектов. Ме-

тодика «Токси», разработана научно-техническим центром по безопасности в промышленности Ростехнадзора России (НТЦ «Промышленная безопасность») в виде компьютерной программы и РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов загрязнения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте», совместная разработка Госкомгидромета и Штаба ГО.

Методика «Токси», позволяет определить:

- количество поступивших в атмосферу ОХВ при различных сценариях аварии;
- пространственно-временное поле концентраций ОХВ в атмосфере;
- размеры зон химического поражения, соответствующие различной степени поражения людей, определяемой по ингаляционной токсодозе.

Методика «Токси» рекомендуется для использования:

- при разработке декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов;
- при разработке мероприятий по защите персонала и населения;
- при разработке планов локализации и ликвидации последствий аварий, сопровождаемых выбросом ОХВ.

Методика, изложенная в РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов загрязнения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» позволяет осуществлять прогнозирование масштабов зон разрушения:

- при аварии на технологических ёмкостях и хранилищах;
- при транспортировке по трубопроводам и различным видам транспорта;
- при разрушении ХОО.

Методика предназначена для случаев выброса АХОВ в атмосферу в газообразном, парообразном и аэрозольном состояниях. Внешние границы зоны заражения рассчитываются по пороговой токсодозе для данного АХОВ при ингаляционном воздействии на организм человека.

Масштабы заражения рассчитываются:

- для сжиженных газов – отдельно для первичного и вторичного облаков;
- для жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды, только для вторичного облака.

Методика предназначена для заблаговременного и оперативного прогнозирования масштабов заражения на случай выбросов АХОВ в окружающую среду при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах.

Основные допущения и ограничения:

1. Емкости, содержащие АХОВ, разрушаются полностью.
2. Толщина слоя жидкости АХОВ (h), разлившихся свободно, принимается равной 0.05 м, а для АХОВ, разлившихся в поддон или обвалование, высчитывается по формулам:

При разливах из емкостей, имеющих самостоятельный поддон (обвалование):

$$h = H - 0,2$$

где: h – толщина слоя жидкости АХОВ в обваловании, м;

H – высота обвалования, м. Для емкостей, имеющих общий поддон (обвалование), расположенных группой:

$$h = \frac{Q_0}{F \cdot d}$$

где: d – плотность АХОВ, т/м³;

F – реальная площадь разлива в поддон, м²;

Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии АХОВ, т.

3. Предельная продолжительность сохранения метеоусловий – $N=4$ ч, по истечении указанного времени прогноз обстановки уточняется.
4. Расчеты ведутся по эквивалентным количествам АХОВ.

Порядок проведения расчетов.

Вычисляем эквивалентное количество АХОВ, перешедшее в первичное облако, по формуле:

$$Q_{\text{Э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7' \cdot Q_0$$

где $Q_{\text{Э1}}$ – эквивалентное количество АХОВ в первичном облаке, т;

Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии АХОВ, т;

K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (приложение 1, табл. 2);

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе АХОВ (приложение 1, табл. 2);

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха и равный: 1 – для инверсии, 0,23 – для изотермии и 0,08 – для конвекции;

K_7' – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха на скорость образования первичного облака (приложение 1, табл. 2).

Вычисляем эквивалентное количество АХОВ, перешедших во вторичное облако, по формуле:

$$Q_{\text{Э2}} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7'' \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}$$

где $Q_{\text{Э2}}$ – количество АХОВ во вторичном облаке, т;

K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (приложение 1, табл. 2);

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (приложение 1, табл. 3);

K_6 – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего с начала аварии (N), и определяемый из условия (1.5);

K_7'' – коэффициент, учитывающий влияние температуры окружающего воздуха на скорость образования вторичного облака (приложение 1, табл. 2).

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8}, & N < T; \\ T^{0,8}, & N \geq T, \end{cases}$$

где T – время испарения АХОВ с площади разлива, час, определяется из уравнения (1.12).

В случае полного разрушения химически опасного объекта расчет эквивалентного количества АХОВ в облаке ведется как для вторичного облака, по формуле:

$$Q_{\text{Э}} = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \sum_{i=1}^n K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i}'' \cdot \frac{Q_i}{d_i},$$

где d_i – плотность i -го АХОВ, т/м^3 ;

Q_i – запасы i -го АХОВ на объекте, т ;

K_{ji} – j коэффициенты для i -го АХОВ;

n – количество одновременно выброшенных в окружающую среду наименований АХОВ.

Далее определяем глубину распространения первичного (Γ_1) и вторичного (Γ_2) облаков АХОВ. Общую глубину распространения зараженного воздуха вычисляем по формуле:

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma' + 0,5 \Gamma''$$

где Γ_{Σ} – общая глубина распространения облака зараженного АХОВ воздуха, км ;

Γ' – большее из двух значений Γ_1 и Γ_2 , км ;

Γ'' – меньшее из двух значений Γ_1 и Γ_2 , км .

Общую глубину зараженного воздуха сравнением с возможным предельным значением глубины переноса воздушных масс (Γ_n), определяемой из уравнения:

$$\Gamma_n = N \cdot V$$

где V – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха (приложение 1, табл. 5), км/ч ;

N – время от начала аварии, ч .

За окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается меньшее из двух сравниваемых между собой значений по следующей формуле:

$$\Gamma = \min \left\{ \begin{array}{l} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{array} \right\}$$

где Γ – расчетная глубина зоны возможного заражения АХОВ, км.

Вычисляем площадь зоны возможного заражения АХОВ (S_b) по формуле:

$$S_b = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot (\Gamma^2) \cdot \varphi, \text{ км}^2$$

где φ - угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ, град. Определяется по приложению 1, табл. 4.

Определяем площадь зоны фактического заражения АХОВ (S_{ϕ}) по формуле:

$$S_{\phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \text{ км}^2$$

где K_8 – коэффициент, который зависит от степени вертикальной устойчивости воздуха и принимается равным: 0,081 – для инверсии, 0,133 – для изотермии и 0,235 – для конвекции.

Определяем продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения АХОВ с площади разлива) по формуле:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \text{ ч,}$$

где h – толщина слоя АХОВ, м;

d – удельный вес АХОВ, т/м³;

K_2, K_4, K_7 – коэффициенты формулы.

Вычисляем время подхода облака зараженного воздуха к заданному объекту:

$$t = \frac{x}{V}, \text{ ч,}$$

При аварии (разрушении) объектов с АХОВ условные обозначения наносятся на карту (план, схему) в следующей последовательности (рис.3):

- точкой синего цвета отмечается место аварии и проводится ось в направлении распространения облака зараженного воздуха;
- на оси следа откладывают величину глубины зоны возможного заражения АХОВ;

- синим цветом наносится зона возможного заражения АХОВ в виде окружности, полуокружности или сектора, в зависимости от скорости ветра в приземном слое воздуха (табл. 1);

- зона возможного химического заражения штрихуется желтым цветом;

возле места аварии синим цветом делается поясняющая надпись. В числителе – тип и количество выброшенного АХОВ (т), в знаменателе – время и дата аварии.

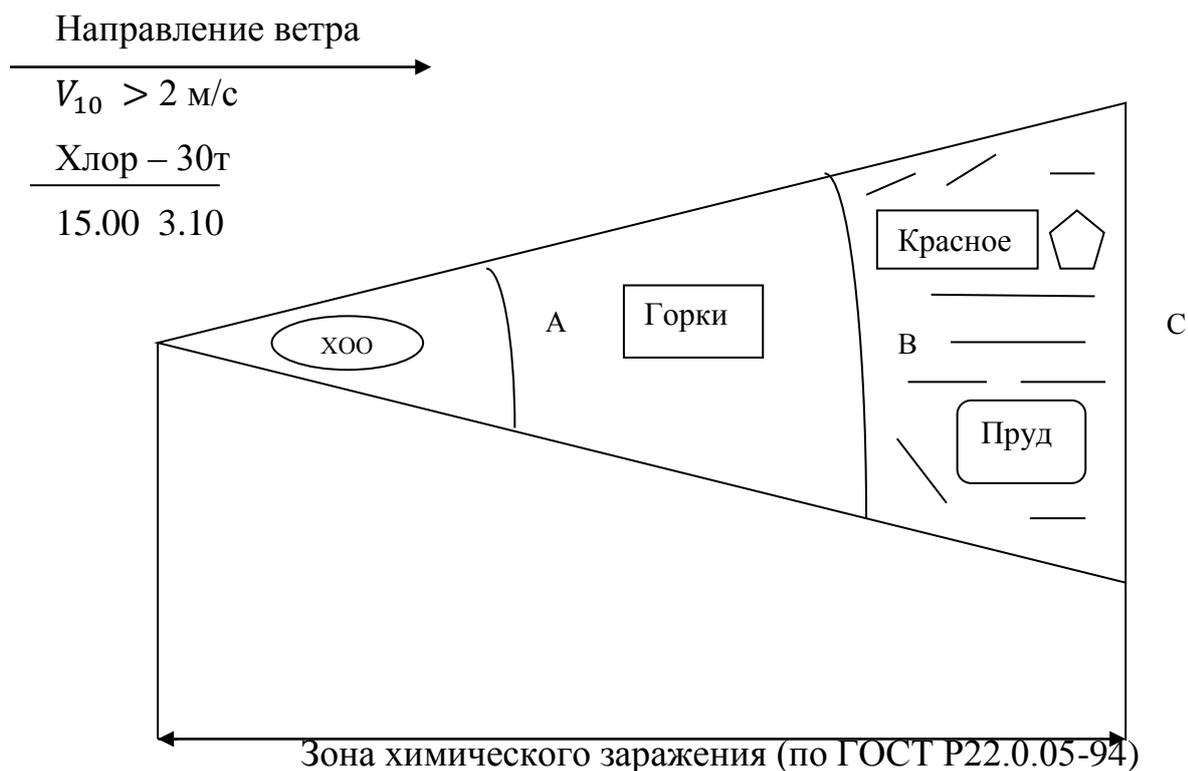


Рисунок 3. Схема площади зоны возможного химического заражения

А – зона смертельных токсодоз, на внешней границе которой 50% людей получают смертельную токсодозу;

В – зона поражения токсодоз, на внешней границе которой 50% людей получают поражающую токсодозу;

С – дискомфортная зона (зона заражения, пороговая зона), на внешней границе которой люди испытывают дискомфорт (первые признаки интоксикации).

Опасное химическое вещество — это вещество природного или искусственного происхождения, применяемое в народном хозяйстве или быту, ока-

зывающее 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 15 000 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 физические 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, нервнопаралитический 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, NO₂).

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

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

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, $\text{мг} \times \text{мин} / \text{м}^3$, 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 ($limac$) и хронического действия ($limcr$) ядов. Опасность химических веществ часто оценивается по величине КВИО — коэффициента возможности ингаляционного отравления

$$КВИО = C_{20}/LC50_{120},$$

где C_{20} — максимально достижимая концентрация вещества при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $LC50_{120}$ — 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. 3).

Таблица 3 - 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
Серовуглерод	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. 4).

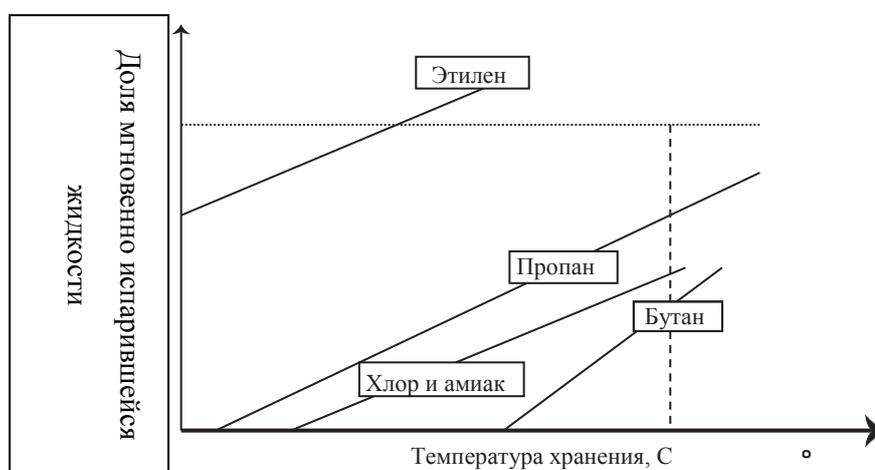


Рисунок 4. Зависимость доли мгновенно испарившейся части жидкости в адиабатическом приближении от начальной t

$$\delta t = (H_t - H_k) / Q_k,$$

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. 4).

Таблица 4 - 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

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, циано-

водород). Более стойкие — сжиженные газы (NH_3), 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. 5).

Таблица 5 -Характеристика АХОВ

Ядовитое вещество	Поражающая концентрация, мг/м ³	Экспозиция, мин	Смертельная концентрация, мг/м ³	Экспозиция, мин	Дегазирующие вещества
Аммиак	200	360	700	300	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	200	1500	3400-5700	30	-
Сероуглерод	1500-1600	90	10000	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.

5.2 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 1×10^6 смертельных доз для людей. Если облако выброса его пойдет на Москву (а она в 9 км), то для уничтожения 10×10^6 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 зараженных больных — «биокомикадзе».

5.2.1 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, спироиллы. Первые сведения о бактериях были получены в XVII в. из исследований Левенгука. Бактерии могут существовать в самых разнообразных условиях и являются одними из самых 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 $-15...-25$ °С. Некоторые виды бактерий для выживания в неблагоприятных условиях способны покрываться защитной капсулой или образуют споры. Микробы в споровой форме обладают очень высокой устойчивостью к высыханию, 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 антибиотиков, витаминов и продуктов современного бродильного 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 патогенными грибами, носят название микозов. Среди них такие тяжелые инфекционные заболевания людей, как кокцидиоидомикоз, блаотомикоз, гистоплазмоз и др. [11].

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

5.2.2 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 людей. 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, ак-

тивно 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 геной инженерией. Если живые организмы, «сконструированные» учеными, вырвутся за пределы лаборатории, то баланс природы будет нарушен непоправимо.

5.3 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.

5.4 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 %.

5.5 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 напора 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 затапливает окружающие территории. Однако возникают и такие аварии водопроводных линий, когда вода уходит через смежные коммуникационные водостоки и коллекторы. В таких случаях места повреждений определяют щупом. В размокший грунт он проникает значительно легче, кроме того, в желобках щупа 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.

6. Устойчивость функционирования объектов экономики

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.

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.

6.1 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 электростанций.

трических 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.

6.2 Типовые схемы электро-, газо- и водоснабжения 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 питающей 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 устраивают 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).

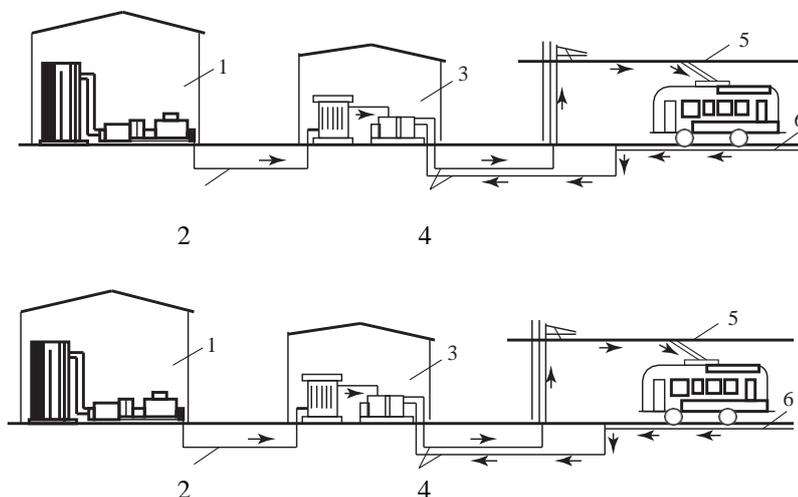


Рис. 4. Схема контактной сети трамвая:

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.

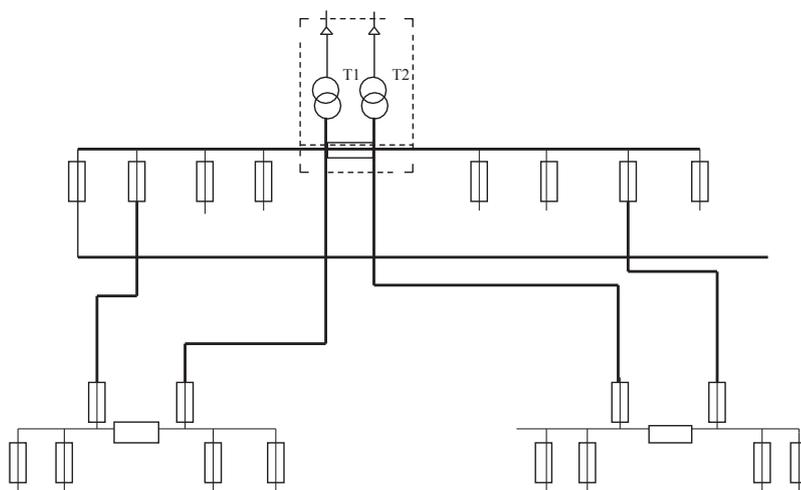


Рис. 5. Схема электропитания промышленного предприятия

На предприятиях, на которых потребители электроэнергии размещаются во многих пунктах на больших расстояниях (горнообогатительные 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.

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 районы 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.

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 промышленности, 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.

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.

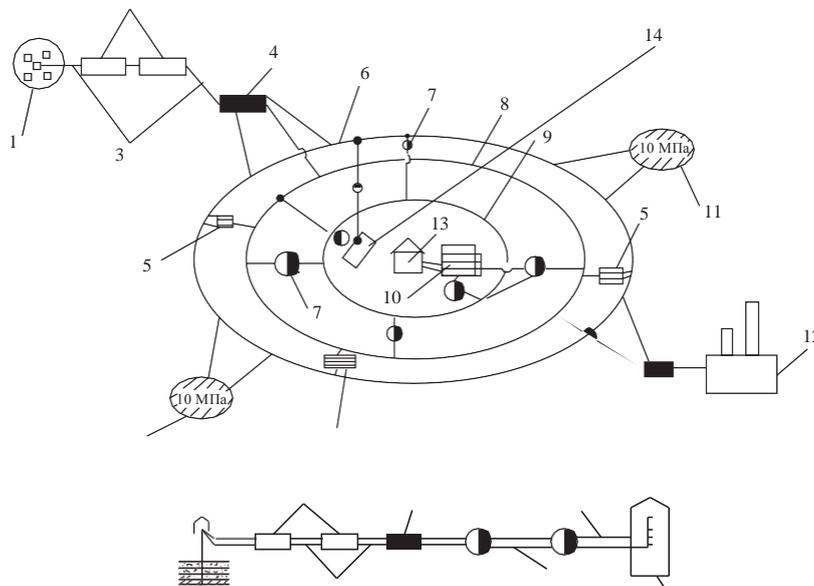


Рис. 6. Схема поступления газа от источника к потребителю:

1 — газовая скважина на естественном месторождении; 2 — компрессорная станция, повышение давления до 7,5 МПа; 3 — магистральный газопровод высокого давления; 4 — ГРС; 5 — газгольдерная станция; 6 — кольцо ГП высокого давления; 7 — газорегуляторный пункт (ГРП); 8, 9 — кольца ГП среднего давления; 10 — газопроводы низкого давления; 11 — подземные хранилища газа; 12 — газовый завод; 13 — жилой дом; 14 — крупные предприятия

Газопроводы высокого давления подают газ через ГРС в газопровод высокого и среднего давления, затем к газгольдерным станциям и крупным промышленным предприятиям.

Газопроводы среднего давления подают газ через ГРС в распределительную сеть низкого давления, а также на промышленные и крупные коммунально-бытовые предприятия. 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 наименьшего 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, винилпластовые, 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 расходами. На магистральных газопроводах низкого давления задвижки, как правило, не устанавливаются, 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 трубки.

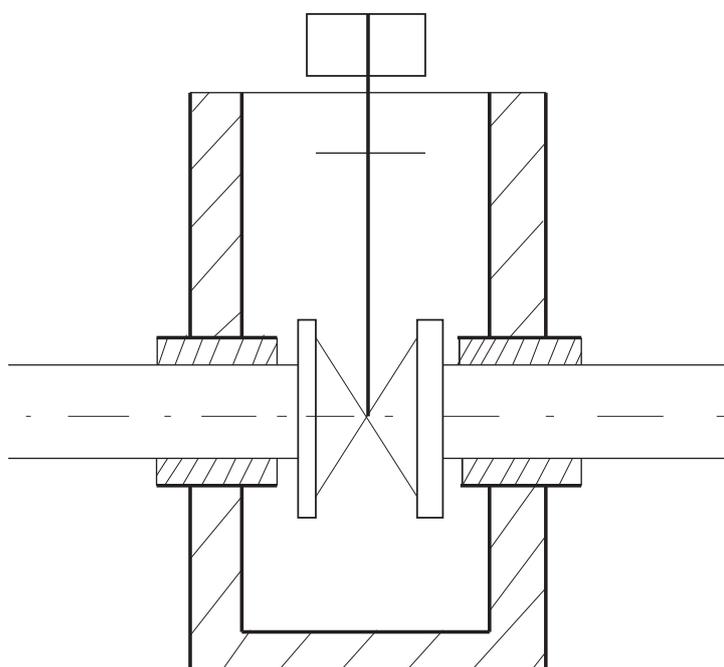


Рис. 7. Компенсатор

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).

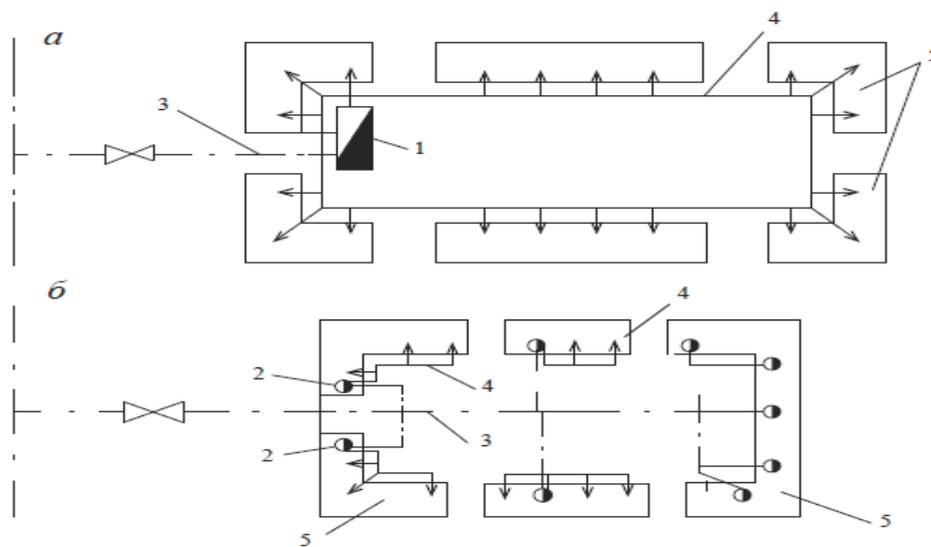


Рис. 8. Схема газоснабжения в жилых кварталах

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.

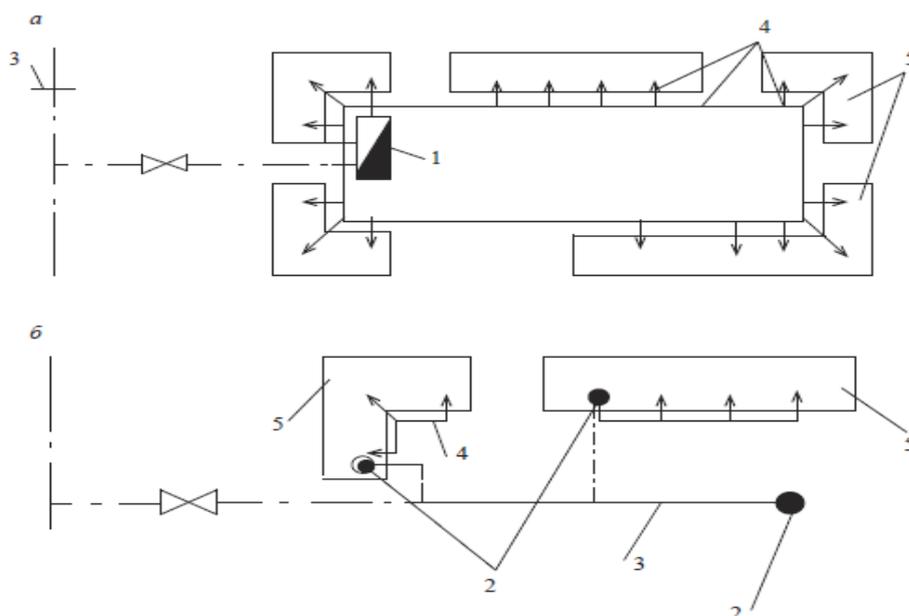


Рис. 9. Кольцевая (а) и смешанная (б) двухступенчатая:

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

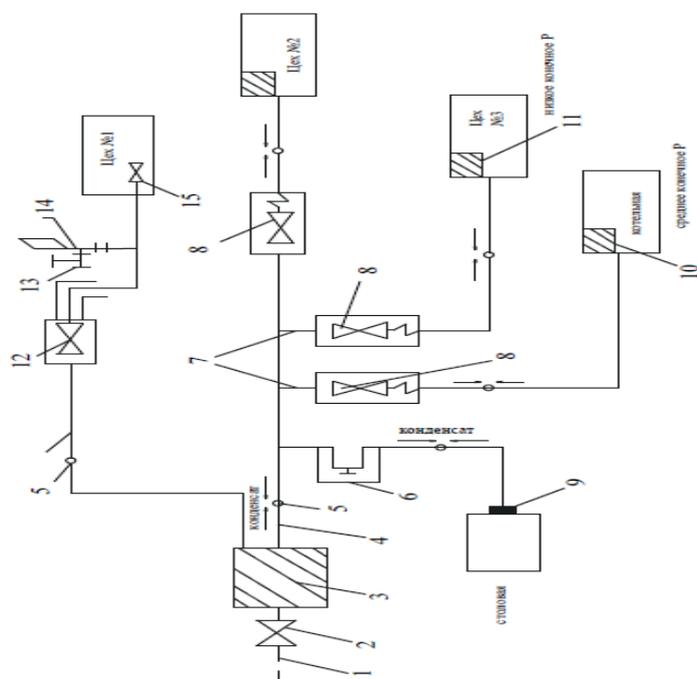


Рис. 10. Схема межцехового газопровода

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 загазованными. 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 взрывозащи-

щенном 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 трудносгораемых, 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.

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.

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).

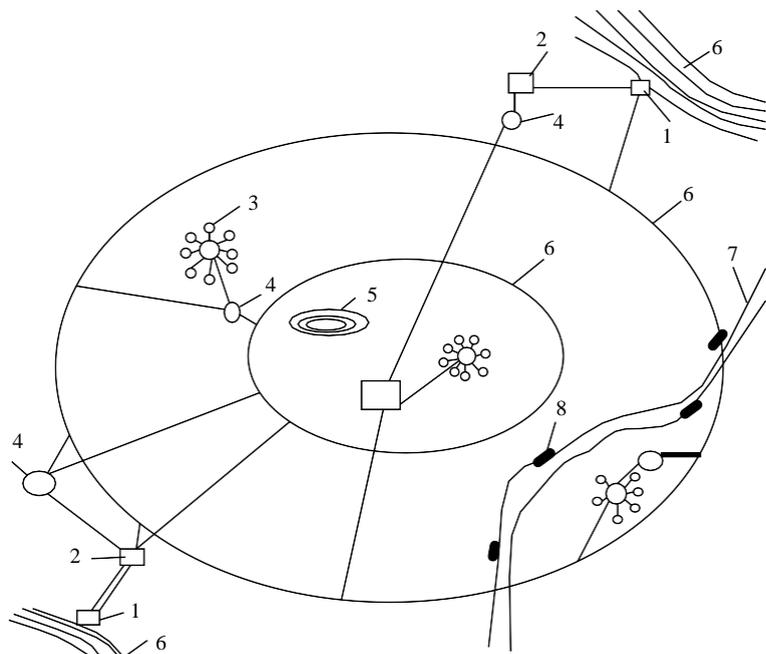


Рис. 11. Принципиальная схема водоснабжения города:

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, подруслового, грунтовые, родничко-

вые). 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

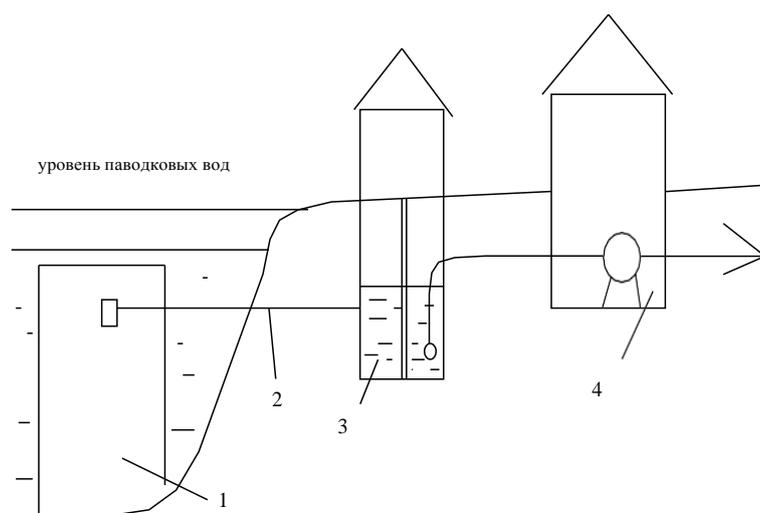


Рис. 12. Русловые водозаборные сооружения:

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

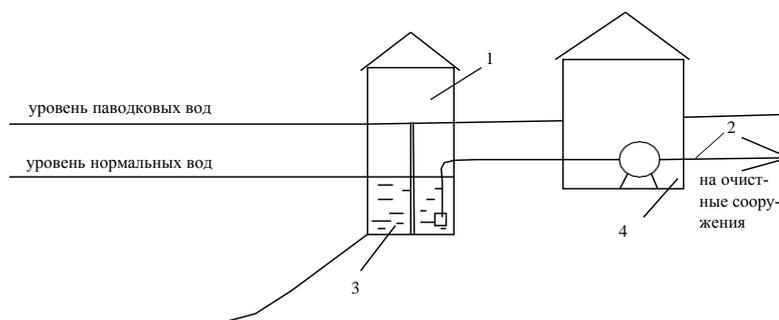


Рис. 13. Береговые водозаборы раздельного типа (не совмещенные с насосной станцией):

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.

Плавающие 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.

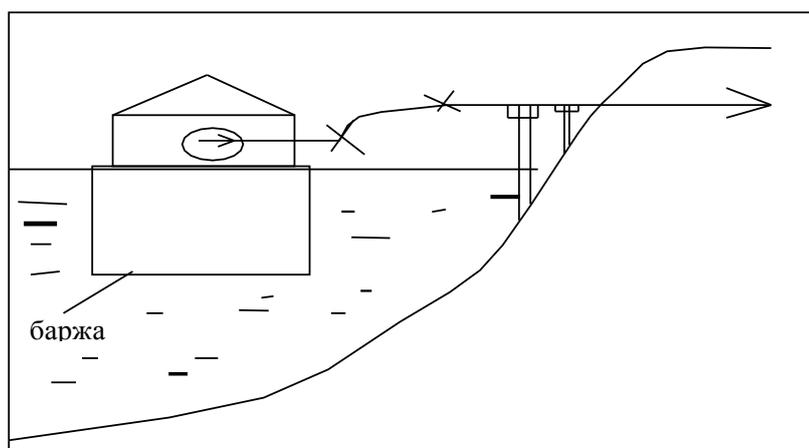


Рис. 14. Плавающие насосные станции

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 рас-

считаны 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 установку 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 подвижными 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 избежание 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 ли-

бо 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.

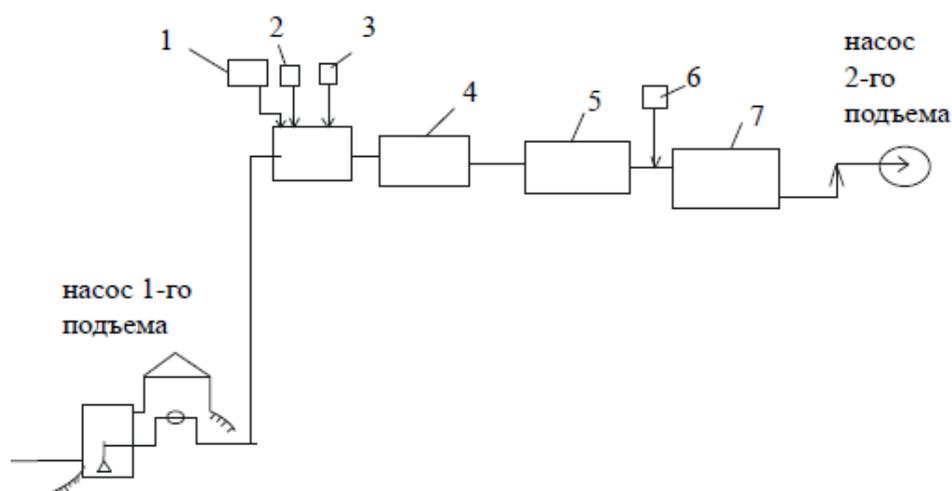


Рис. 15. Схема очистки воды на очистных сооружениях водопроводной станции:

1 — смешивание воды с коагулянтом (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 м³ воды, для получения 1 т синтетического волокна — 500 м³, целлюлозы — 700 м³, высокосортной бумаги — до 3000 м³. 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 собственными 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

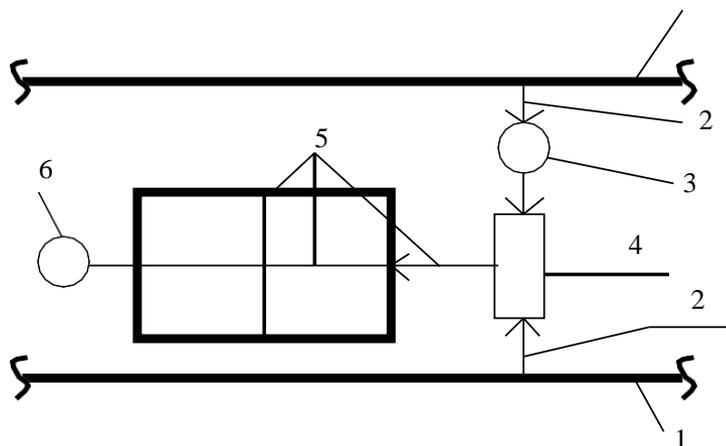


Рис. 16. Схема питания небольшого промышленного предприятия с ограниченным водопотреблением:

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).

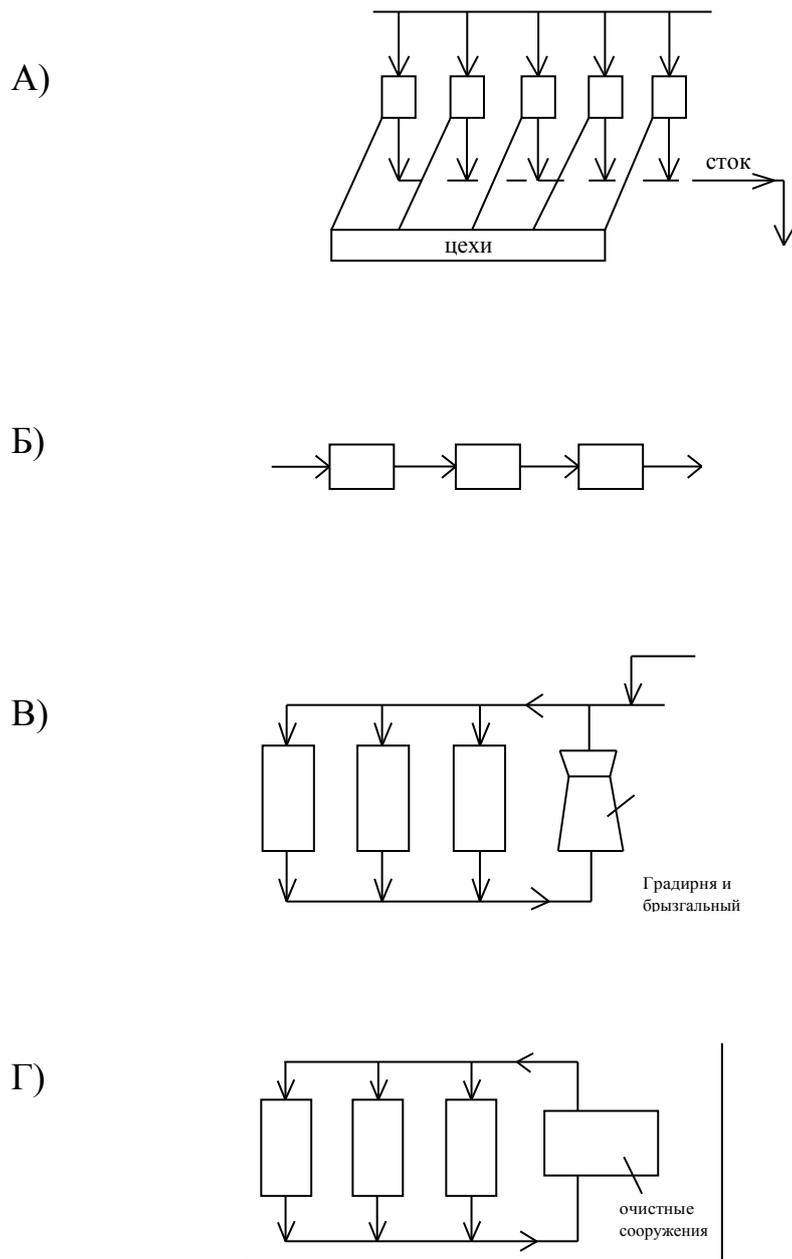


Рис. 17. Системы водопровода:

а — прямоточная; б — последовательная; в — обратная; 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 собой большой и сложный комплекс различных зданий и сооружений, энергетиче-

ских 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 энергопитания.

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, плотках 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 пробоину накладывают пластырь из мятой глины толщиной примерно 0,6–0,8 м.

Пробоину железобетонной стенки водонапорного бака закладывают с наружной стороны бака двойным деревянным щитом с просмоленным брезентом или войлоком внутри с помощью кружальных брусков и бандажей. По-

верхность щита со стороны бака покрывают двойным слоем битума. Деревянный щит можно также устанавливать внутри бака. В этом случае его прижимают кружальными брусьями 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.

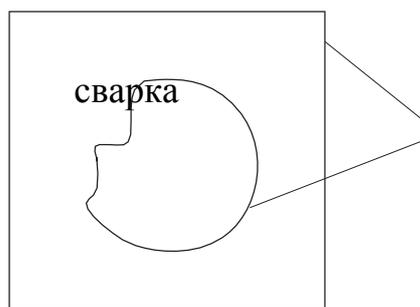


Рис. 18. Заделка пробоины в металлической трубе

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 надвижные 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 проран сбрасывают крупные камни, блоки, кубы, которые не сможет унести поток воды. По мере ослабления потока сбрасывают камни меньших размеров, потом с верхнего 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 формирования должны создавать на базе водо-

проводных 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.

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).

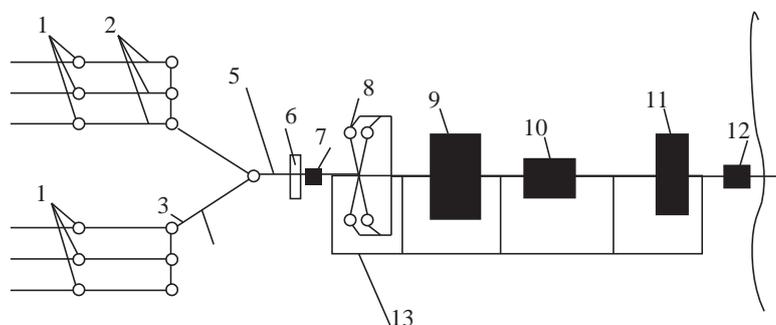


Рис. 19. Схема городской канализации

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, фискально-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

обеззараживание 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 ливневых 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 потребуется 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 канализационные 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 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 за-

топления 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.

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.

Литература

1. Грачев В. А., Терехнев В. В., Поповский Д. В. Газодымозащитная служба. – Екатеринбург : Калан, 2008. – 321 с.
2. Долговидов А. В., Терехнев В. В. Противопожарный инструктаж. Вводный. Первичный на рабочем месте. Повторный. Внеплановый. Целевой; 3-е изд., перераб., доп. – Екатеринбург : Калан, 2012. – 188 с.
3. Повзик Я. С. Пожарная тактика. – М. : Спецтехника, 1999. – 414 с.
4. Приказ МЧС России от 05 апреля 2011 г. № 167 «Порядок организации службы в подразделениях пожарной охраны».
5. Приложение к приказу МЧС России от 05 мая 2008 г. № 240 «Порядок привлечения сил и средств пожарной охраны гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
6. Приказ МЧС России от 31 сентября 2011 г. № 156 «Порядок тушения пожара в подразделении пожарной охраны».
7. Терехнев В. В. Пожарная тактика. Понятие о тушении пожаров – Екатеринбург : Калан, 2010. – 356 с.
8. Терехнев В. В., Грачев В. А., Подгрушный А. В., Терехнев А. В. Пожарно-строевая подготовка. – М. : ИБС-ХОЛДИНГ, 2004. – 350 с.
9. Терехнев В. В., Грачев В. А., Терехнев А. В. Организация службы начальника караула пожарной части. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2010. – 230 с.
10. Терехнев В. В., Семенов А. О., Моисеев Ю. Н. Пожарная и аварийно-спасательная техника. Справочник. – Екатеринбург : Калан, 2009. – 390 с.
11. Терехнев В. В., Терехнев А. В. Основы теории управления силами и средствами на пожаре. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2010. – 290 с.
12. Терехнев В. В., Терехнев А. В., Подгрушный А. В., Грачев В. А. Тактическая подготовка должностных лиц органов управления силами и средствами на пожаре.: учеб. пособие. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2011. – 288 с.

13. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями).
14. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
15. Федеральный закон от 22 июня 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федерального закона от 10.07.2012 № 117-ФЗ).
16. Терещнев В. В., Артемьев Н. С., Подгрушный А. В. Пожаротушение в жилых и общественных зданиях : учеб. пособие. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. – 207.
17. Терещнев В. В., Артемьев Н. С., Подгрушный А. В., Грачев В. А. Пожаротушение в промышленных зданиях и сооружениях : учеб. пособие. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. – 124 с.
18. Терещнев В. В., Артемьев Н. С., Подгрушный А. В. Пожаротушение в зданиях повышенной этажности : учеб. пособие. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2009. – 117 с.
19. Терещнев В. В., Смирнов В. А., Семенов А. О. Пожаротушение. Справочник. – Екатеринбург : Калан, 2009. – 486 с.
20. Терещнев В. В., Подгрушный А. В. Пожарная тактика. Основы тушения пожаров. – Екатеринбург : Калан, 2010. – 512 с.
21. Пучков В.А. Пожарная безопасность. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2014. – 877 с
22. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.).
23. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ.
24. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
25. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

26. Федеральный закон от 06 мая 2011 г. № 100-ФЗ «О добровольной пожарной охране».
27. Постановление Правительства РФ от 20 июня 2005 г. № 385 «О федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы».
28. Постановление Правительства РФ от 31 января 2012 г. № 69 «О лицензировании деятельности по тушению пожаров в населенных пунктах, на производственных объектах и объектах инфраструктуры, по тушению лесных пожаров».
29. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2011 г. № 1225 «О лицензировании деятельности по тушению пожаров в населенных пунктах, на производственных объектах и объектах инфраструктуры, по тушению лесных пожаров».
30. Постановление Правительства РФ от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».
31. Постановление Правительства РФ от 24 декабря 2008 г. № 989 «Об утверждении Правил выполнения работ и оказания услуг в области пожарной безопасности договорными подразделениями федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы».
32. Приказ МЧС России РФ от 25 октября 2005 г. № 764 «Об утверждении Инструкции о порядке согласования специальных программ обучения мерам пожарной безопасности работников организаций».
33. Приказ МЧС России от 05 мая 2008 г. № 240 «Об утверждении Порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
34. Приказ МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий».

35. Приказ МЧС России от 12 декабря 2007 г. № 645 «Об утверждении Норм пожарной безопасности “Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций”».
36. СП 11.13130 «Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения».
37. ГОСТ Р 53247–2009 «Техника пожарная. Пожарные автомобили. Классификация, типы и обозначения».
38. ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
39. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (ред. от 12.03.2014 г.).
40. Федеральный закон Российской Федерации от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (ред. от 28.12.2013 г.).
41. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 02.07.2013 г.).
42. ССБТ. ГОСТ 12.1.004–91*. Пожарная безопасность. Общие требования.
43. ССБТ. ГОСТ Р 12.3.047–98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
44. ССБТ. ГОСТ Р 53324–2009. Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности.
45. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме»).
46. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (ред. от 09.12.2010 г.).
47. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Приложение к приказу МЧС РФ от 10.07.2009 г. № 404 (ред. от 14.12.2010 г.).

48. Швырков С. А., Горячев С. А., Сучков В. П. и др. Пожарная безопасность технологических процессов (специалист) : учеб. / под общ. ред. С. А. Швыркова. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2012. – 388 с.
49. Горячев С. А., Швырков С. А., Петров А. П. и др. Пожарная безопасность технологических процессов (бакалавр) : учеб. / под общ. ред. С. А. Горячева. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2014. – 315 с.
50. Горячев С. А., Обухов А. Н., Рубцов В. В., Швырков С. А. Основы технологии, процессов и аппаратов пожаровзрывоопасных производств : учеб. пособие / под общ. ред. С. А. Горячева. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2002. – 293 с.
51. Горячев С. А., Клубань В. С., Панасевич Л. Т., Петров А. П. Сборник задач по курсу «Пожарная безопасность технологических процессов» : учеб. пособие / под общ. ред. Л. Т. Панасевич. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2014. – 172 с.