

1.3.4. Региональные чрезвычайные опасности

Региональные чрезвычайные опасности, спонтанно возникая и обладая высоким уровнем воздействия на человека, как правило, травмируют большие группы людей, а промышленные объекты, селитебные зоны и природу разрушают.

Основные источники таких опасностей:

- пожаро-, взрыво-, химически- и радиационно-опасные производственные объекты (АЭС, ракетные комплексы и т. п.);
- газовые, нефтяные, тепловые, электрические комплексы, их коммуникации и сети;
- новые технологии, направленные на получение энергии, развитие промышленных, транспортных и других комплексов;
- стихийные природные явления, способные вызывать аварии и катастрофы на промышленных и иных объектах.

В России, в силу ее особенностей, связанных со структурными изменениями в экономике, к числу источников чрезвычайной техногенной опасности также относят:

- остановку ряда производств, обусловившую нарушение хозяйственных связей и сбой в технологических цепочках;
- высокий уровень износа основных производственных средств, достигающих по ряду отраслей 80 % и более;
- накопление отходов производства и быта, представляющих угрозу распространения токсичных веществ в природной среде;
- снижение требовательности и эффективности работы надзорных организаций и государственных инспекций;
- снижение технологической и трудовой дисциплины работающих.

Основные причины крупных техногенных аварий в последние годы:

- отказ технических систем вследствие дефектов изготовления и нарушения режимов эксплуатации; многие современные потенциально опасные производства спроектированы так, что вероятность крупной аварии на них весьма высока и оценивается величиной 10^{-4} и более;
- ошибочные действия операторов технических систем; статистические данные показывают, что более 60 % аварий произошло в результате ошибок обслуживающего персонала;
- концентрация различных производств в промышленных зонах без должного изучения их взаимовлияния.

Одной из распространенных причин пожаров и взрывов, особенно на объектах нефтегазового и химического производства и при эксплуатации средств транспорта, являются разряды статического электричества.

Радиационные аварии

Авария радиационная – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями персонала, стихийными явлениями или иными причинами, которые могут привести или привели к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.

К настоящему времени произошло немало радиационных аварий различной тяжести на предприятиях ядерной энерготехнологии, в медицине и в промышленной радиографии. Особое место среди них занимает Чернобыльская трагедия 1986 г. Это крупнейшая техногенная катастрофа XX века. Только в России общая площадь радиоактивного загрязнения с плотностью свыше 1 Ки/км по цезию-137 достигает более 50 тыс. км². На этих территориях в настоящее время проживает более 3 млн человек.

Из всех объектов, использующих источники ионизирующих излучений, наибольшую опасность как возможные источники радиоактивных загрязнений окружающей среды и радиационного облучения населения представляют предприятия ядерного топливного цикла. К ним относятся:

- предприятия, осуществляющие добычу ядерного топлива, его переработку, транспортировку топлива и его отходов;
- системы ядерного оружия, заводы по их производству и переработке, склады (базы) такого оружия;
- атомный военный и гражданский флоты;
- предприятия по изготовлению тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ);
- атомные станции;
- хранилища использованного ядерного топлива;
- могильники отработанного ядерного топлива.

По назначению различают следующие ядерные реакторы: для исследовательских целей; для производства искусственных изотопов; для производства электрической и тепловой энергии (энергетические реакторы); для металлургии и химической технологии; для транспортных систем (корабли, летательные аппараты); для медицинских и технологических целей.

Особое место занимают атомные электростанции (АЭС). Это связано с тем, что именно в процессе работы станции образуется подавляющая часть искусственных радиоактивных продуктов, активность и концентрация которых в реакторе чрезвычайно высоки. Аварии на АЭС, как показывает практика, могут привести к попаданию радиоактивных веществ в окружающую природную среду и радиационному поражению людей, животных и растительности на значительных территориях.

Основным элементом любой атомной станции является ядерный реактор. Принципиальные схемы устройства большинства реакторов во многом одинаковы. Любой ядерный реактор состоит из активной зоны, систем защиты и управления мощностью и ряда вспомогательных систем.

Ядерная энергетика основана на использовании ядерного топлива, в качестве которого применяют три делящихся радионуклида: уран-235 – естественный радионуклид, два других – плутоний-239 и уран-238 –

получают искусственным путем в процессе ядерного топливного цикла. Конечной целью цикла является получение электричества или теплоты.

По данным Международного агентства по использованию атомной энергии (МАГАТЭ), за последние 20 лет в 14 странах мира на АЭС имели место в среднем около 10 аварий различной тяжести в год. Основные причины аварий сведены в табл. 1.13. Аварии, как правило, приводят к выбросу радиоактивных веществ в окружающую среду. В табл. 1.14 приведены сравнительные характеристики негативного воздействия ядерных взрывов и аварии на ЧАЭС.

Таблица 1.13

Основные причины аварий на АЭС

Причины аварий	Число аварий, %
Ошибки в проектах (дефекты)	30,7
Износ оборудования, коррозия	25,5
Ошибки оператора	17,5
Ошибки в эксплуатации	14,7
Прочие причины	11,6

Таблица 1.14

Сравнительные характеристики негативного воздействия ядерных взрывов и аварии на ЧАЭС

Характеристики загрязнения	Ядерный взрыв	Авария на ЧАЭС
Температура облака, °С	100 000	2500
Высота подъема облака, км	10–20	0,5...1,0
Продолжительность существования облака, ч	10 ²	>100
Активность радиоактивных веществ, Ки:		
через 1 час	5 · 10 ¹¹	5,6 · 10 ⁹
через 1 год	9 · 10 ⁶	2,8 · 10 ⁸
через 10 лет	3 · 10 ⁵	4,4 · 10 ⁷

Химические аварии

Химические аварии – это чрезвычайные события, сопровождающиеся проливом или выбросом аварийно-опасных химических веществ (АХОВ), способные привести к гибели или химическому заражению людей, животных и др.

К высокотоксичным и токсичным химическим веществам относят органические и неорганические производные мышьяка, ртути, кадмия, свинца, таллия, минеральные и органические кислоты, щелочи, аммиак, соединения серы, некоторые спирты и альдегиды кислот, хлор, фосген, хлористый и бромистый метил и их производные и др.

К малотоксичным и нетоксичным химическим веществам относят основную массу химических соединений. Они, по существу, не представляют особой химической опасности для человека и животных.

Особую группу веществ составляют пестициды – препараты, предназначенные для борьбы с вредителями сельского хозяйства, сорняками и т. п. Многие из пестицидов весьма опасны для человека, однако привести к массовым санитарным потерям они не могут. По химическому строению пестициды можно разделить на восемь групп:

- фосфорорганические соединения (паратион, карбофос, хлорофос, дихлофос и др.);
- карбоматы (севин, карботин и др.);
- хлорорганические соединения (ДЦТ, дильдрин, гексахлоран);
- ртутьорганические соединения (метилртуть, ацетат метоксиэтилртути и др.);
- производные феноксиуксусной кислоты;
- производные дипиридила (паракват, дикват и др.);
- органические нитросоединения (динитроортокрезол – ДНОК, динитрофенол – ДНФ);
- прочие.

Большинство из вышеперечисленных химических веществ может стать причиной тяжелого поражения человека. Однако привести к массовым людским потерям в результате аварий, сопровождаемых выбросами (утечками), могут не все из них, включая даже высокотоксичные вещества. Только часть химических соединений при сочетании определенных физико-химических и токсических свойств и имеющих способность легко переходить в аварийных ситуациях в основное поражающее состояние (пар или тонкодисперсный аэрозоль), а также при крупнотоннажности производства, потребления, хранения и перевозок может стать причиной массовых поражений людей. Эти химические соединения и относят к АХОВ, воздействие которых может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель.

В зависимости от поражающего действия на организм человека все АХОВ подразделяются на шесть групп.

1. Вещества с преимущественным удушающим действием. К ним относятся хлор, хлорпикрин, треххлористый фосфор, хлориды серы, фосген и др.

Для них главным объектом воздействия являются дыхательные пути. Некоторые агенты этой группы воздействуют на слизистые органов дыхания и глаз, вызывают сильное их раздражение, а вслед за этим воспалительно-некротические изменения слизистых дыхательных путей.

2. Вещества преимущественно общеядовитого действия. К ним относятся окись углерода, синильная кислота, оксиды азота, сероводород, цианиды и др. Они способны вызывать острые нарушения энергетического обмена, что в тяжелых случаях может стать причиной гибели пораженных. Для этих веществ характерно бурное течение интоксикации.

3. Вещества удушающего и общеядовитого действия. К ним относятся сернистый ангидрид, сероводород, акрилонитрил, окислы азота и др. Они способны при ингаляционном воздействии вызывать токсический

отек легких, а при кожно-резорбтивном воздействии – нарушать энергетический обмен.

4. **Нейротропные яды** – вещества, действующие на генерацию, проведение и передачу нервного импульса. Типичными их представителями являются сероуглерод и фосфорорганические соединения.

5. **Вещества удушающего и нейротропного действия.** Типичным и наиболее массовым представителем таких веществ является аммиак. При ингаляционном его воздействии в течение 60 мин с концентрацией 1,5 г/м³ возникает токсический отек легких, на фоне которого формируется тяжелое поражение нервной системы. При концентрации 3,5 г/м³ в течение нескольких минут может проявиться общерезорбтивное действие, а в первые же минуты – раздражающее, вызывая спазмы, угнетение дыхательного центра и сердечной деятельности. В последующем поражение парами аммиака приводит к развитию воспалительных процессов верхних дыхательных путей и токсическому отеку легких. Оказывает выраженное действие на центральную нервную систему – возбуждение, судороги.

6. **Метаболические яды** (окись этилена, бромистый метил, диоксины, метилхлорид, дихлорэтан и др.). Отравление такими АХОВ характеризуется отсутствием первичной реакции на яд и сопровождается длительным скрытым периодом. Даже при смертельных поражениях от первых проявлений заболевания до летального исхода проходят недели, а иногда месяцы. В патологический процесс постепенно вовлекаются многие органы, но ведущими являются центральная нервная и кроветворная системы, печень, почки.

Химически опасными объектами (ХОО) называют такие объекты, на которых хранят, перерабатывают и используют или транспортируют опасные химические вещества и при авариях на которых может произойти гибель или химическое заражение людей, животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды. На начало нового тысячелетия в России было более 3300 ХОО.

Наиболее химически опасными регионами России являются Башкортостан, Воронежская, Волгоградская, Саратовская, Тульская, Нижегородская, Архангельская, Ленинградская и Московская области, города Челябинск, Екатеринбург, Дзержинск, Иркутск и др. Только в Нижегородской области имеется 188 таких объектов.

По принятой в Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) методике все ХОО подразделяются по классам опасности (4 класса): критический объект; чрезвычайно опасный объект; очень опасный объект; потенциально опасный объект. Наиболее опасным является первый класс.

Наряду с объектами, химически опасными бывают и территории. Принято считать, что если в городе, районе, области имеются химически опасные объекты, то данная административно-территориальная единица также является химически опасной. Критерием, характеризующим степень такой опасности, является процент населения, которое может оказаться в

зоне возможного химического заражения. В этом случае все территории также подразделяются по степеням опасности (4 степени):

- в зоне возможного химического заражения проживает более 50 % населения территории;

- проживает 30–50 % населения территории;

- проживает 10–30 % населения территории;

- проживает менее 10 % населения территории.

Исходя из приведенных показателей, химически опасными можно считать 90 % субъектов России.

Объекты с химически опасными веществами могут быть источниками залповых выбросов АХОВ в атмосферу, сброса АХОВ в водоемы «химического» пожара с поступлением токсических веществ в окружающую среду, разрушительных взрывов, химического заражения объектов и местности в районе аварии и в следе распространения облака АХОВ, обширных зон задымления в сочетании с токсичными продуктами. Каждый из перечисленных видов опасности по месту и времени может проявляться отдельно, последовательно и в сочетании с другими опасностями, а также может быть неоднократно повторен, в том числе и в различных комбинациях. В результате химической аварии образуется зона химического заражения.

Это территория, в пределах которой распространены или привнесены химически опасные вещества в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, животных и растений в течение определенного времени. Размеры этой зоны зависят от типа АХОВ, выброшенного количества АХОВ, метеоусловий и топографических особенностей местности. Внешние границы зоны химического заражения обычно соответствуют пороговому значению токсодозы при ингаляционном воздействии на человека. Внутри этой зоны выделяют очаг химического заражения и зоны: смертельных токсодоз, поражающих токсодоз и пороговую (дискомфортную) зону.

Очагом химического заражения называют территорию, на которой образовался источник химического заражения или аварийного разлива АХОВ. Его радиус зависит от вида АХОВ и условий хранения. При аварийном разливе АХОВ в поддон или обваловку внешние границы очагов химического заражения соответствуют границам обваловки или диаметру поддона. При свободном разливе АХОВ на подстилающей поверхности толщина слоя (В) жидкости принимается равной 0,05 м по всей площади разлива.

Зона смертельных токсодоз – это территория, на внешней границе которой 50 % людей получают смертельную токсодозу. Здесь облако АХОВ обладает наибольшими поражающими возможностями. Часто за радиус зоны смертельных токсодоз принимают радиус района аварии, который зависит от вида АХОВ и условий его хранения. При проведении практических расчетов рекомендуется значение радиуса района аварии принимать равным при разрушении емкостей в 50 т: для низкокипящих жидких АХОВ – 0,5 км, для

высококипящих АХОВ – 0,2–0,3 км. При возникновении пожаров в ходе химической аварии радиус увеличивается в 1,5–2,0 раза.

Зона поражающих токсодоз или зона опасного химического заражения – это территория, на внешней границе которой 50 % людей получают поражающую токсодозу, вызывающую потерю их трудоспособности. Удаление внешних границ этой зоны от аварийных емкостей даны в СНиП 2.01.51-90 «Инженерно-технические мероприятия ГО».

Пороговая (дискомфортная) зона – территория, на внешней границе которой люди сохраняют работоспособность, но испытывают дискомфорт, начинается обострение хронических заболеваний или появляются первые признаки интоксикации. Эти зоны, в зависимости от метеоусловий, могут иметь различные размеры и форму. Расчет дискомфортных зон ведется по ОНД-86.

Пожары и взрывы

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства (Закон РФ «О пожарной безопасности»).

В основе любого пожара лежит физико-химическая реакция горения, для возникновения которой необходимо наличие трех обязательных компонентов – горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Таким образом, принято говорить о «треугольнике пожара» (рис. 1.18), вершины которого образованы компонентами, необходимыми для горения, – горючим веществом (ГВ), источником зажигания (ИЗ) и окислителем (O_2), а стороны определяют связи между этими компонентами. Если убрать один из этих компонентов или нарушить связь хотя бы между двумя из них, – горение прекратится. На этом принципе основаны все методы пожаротушения.

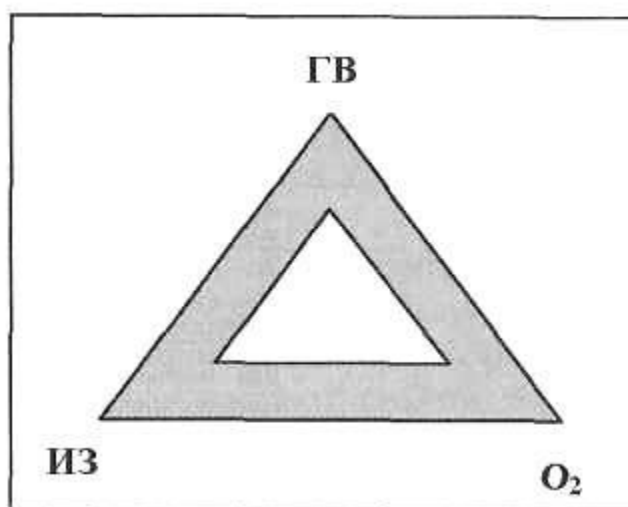


Рис. 1.18. «Треугольник пожара»: ГВ – горючее вещество; O_2 – окислитель; ИЗ – источник зажигания

Процесс горения может происходить в различных формах.

Вспышка – быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Возгорание – возникновение горения под воздействием источника зажигания.

Воспламенение – возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

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

Самовоспламенение – самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

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

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

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

Взрыв – чрезвычайно быстрое химическое (взрывчатое) превращение, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

Показатели взрыво- и пожарной опасности веществ. Пожаро- и взрыво- опасность веществ и материалов определяются показателями, характеризующими предельные условия возникновения горения и максимальную опасность, создаваемую при возникшем горении. При этом необходимо помнить, что собственно сгорание веществ и материалов, как правило, происходит в газовой фазе.

Поэтому характер показателей и их количество зависят от агрегатного состояния горючих материалов.

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

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

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

На рис. 1.19 схематически показаны верхний и нижний концентрационные пределы распространения пламени (ВКПР и НКПР). Горение возможно в области составов между НКПР и ВКПР, называемой областью воспламенения. Вне этой области горение в режиме распространения пламени невозможно.

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

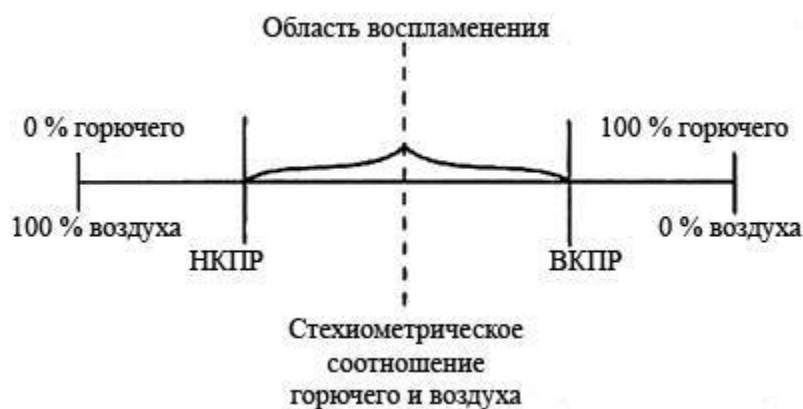


Рис. 1.19. Схема концентрационных пределов распространения пламени

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

$$\Phi = \frac{100}{\frac{c_1}{\varphi_1} + \frac{c_2}{\varphi_2} + \dots + \frac{c_n}{\varphi_n}},$$

где Φ – предел воспламенения (верхний и нижний); $c_1, c_2 \dots c_n$ – содержание горючих компонентов, % от суммарного содержания горючих компонентов, т. е. $c_1 + c_2 + \dots + c_n = 100 \%$; $\varphi_1, \dots, \varphi_n$ – соответствующие (верхние или нижние) пределы воспламенения горючих компонентов, %.

Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости. Горение жидкостей происходит только в паровой фазе. Скорость испарения и количество паров над жидкостью зависят от природы жидкости и ее температуры. Значения температуры жидкости, при которых концентрация насыщенных паров в воздухе над жидкостью равна концентрационным пределам воспламенения,

называются температурными пределами воспламенения (нижним и верхним соответственно).

Процесс воспламенения и горения жидкостей можно представить следующим образом. Для воспламенения необходимо, чтобы жидкость была нагрета до определенной температуры (не меньшей, чем нижний температурный предел воспламенения). После воспламенения скорость испарения должна быть достаточной для поддержания постоянного горения. Эти особенности горения жидкостей характеризуются температурами вспышки и воспламенения.

Температурой вспышки называется наименьшее значение температуры жидкости, при которой над ее поверхностью образуется паровоздушная смесь, способная вспыхивать от постороннего источника зажигания. Устойчивого горения жидкости при этом не возникает. По температуре вспышки жидкости делятся на **легковоспламеняющиеся (ЛВЖ)** с $t_v < 61^\circ\text{C}$ (спирты, ацетон, бензин и др.) и **горючие (ГЖ)** – с $t_v > 61^\circ\text{C}$ (масла, мазуты, глицерин и др.).

Температурой воспламенения называется наименьшее значение температуры жидкости, при которой интенсивность испарения ее такова, что после зажигания внешним источником возникает самостоятельное пламенное горение.

Для легковоспламеняющихся жидкостей температура воспламенения обычно на $1\text{--}5^\circ\text{C}$ выше температуры вспышки, а для горючих жидкостей эта разница может достигать $30\text{--}35^\circ\text{C}$.

Паровоздушные смеси, так же как и газовоздушные, являются взрывоопасными.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте определение пожара. Какие условия необходимы для возникновения горения?
2. Дайте краткую характеристику форм горения: вспышки, воспламенения, самовозгорания, самовоспламенения, взрыва.
3. Сформулируйте понятие верхнего и нижнего пределов воспламенения (распространения пламени).
4. Что такое температура вспышки? Температура воспламенения?
5. Какие жидкости относятся к легковоспламеняющимся жидкостям (ЛВЖ)?
6. Какие жидкости относятся к горючим жидкостям (ГЖ)?
7. По какому критерию осуществляется подразделение пылей на взрывоопасные и пожароопасные?