

ББК 69.68
К 59

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

кафедра управления подразделениями в мирное время
Саратовского филиала Военного артиллерийского университета;
заведующий лабораторией надежности и взрывобезопасности ДОО
«ВНИПИГаздобыча», канд. техн. наук, ст. научн. сотр. В.А. Сорокованов

Одобрено
редакционно-издательским советом
Саратовского государственного технического университета

Козлитин А.М., Яковлев Б.Н.

К 59 **Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка.** Детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы: Учеб. пособие./Под ред. А.И. Попова. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2000. 124 с.

ISBN 5-7433-0664-8

В учебном пособии рассмотрены детерминированные методы прогнозирования и оценки уровня безопасности промышленных регионов при чрезвычайных ситуациях техногенного характера.

Пособие предназначено для студентов, аспирантов и преподавателей, а также для инженерно-технических работников учреждений, предприятий и организаций.

УДК 389.17:006.354
ББК 69.68

© Саратовский государственный
технический университет, 2000

© Козлитин А.М.,
Яковлев Б.Н., 2000

ISBN 5-7433-0664-8

www://risk-2005.narod.ru/

kammov@gmail.com

Глава 3

Очаги химического заражения

3.1. Характеристика сильнодействующих ядовитых веществ

3.1.1. Основные понятия и определения

Одной из характерных особенностей современной промышленности является широкое использование в производстве вредных веществ, подавляющее большинство которых представляет опасность острых и хронических интоксикаций. Но только небольшая часть химических веществ может вызвать массовое поражение людей при аварийных выбросах в окружающую природную среду. Такие вещества называют сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).

СДЯВ – это химические вещества, которые при выливе или выбросе могут приводить к заражению воздуха в поражающих и летальных концентрациях и вызывать массовые поражения людей, животных и растений.

Из всех химически опасных веществ, используемых в промышленности (их более 2000), специалисты НИИ ГО и ЧС выделяют только 34 вещества, которые классифицируют как СДЯВ (Приложение, табл. 1).

Наиболее часто применяются такие СДЯВ, как хлор, аммиак, нитрил акриловой кислоты, цианистый водород (синильная кислота), фосген, сероводород, фтористый водород, метилизоцианат, окись углерода, сероуглерод и другие вещества. Газообразные СДЯВ, как правило, хранятся в герметичных, стальных емкостях в сжиженном состоянии под давлением собственных паров (600-1200 кПа) и в технологические цеха подаются по трубопроводам.

Некоторые химические соединения, относящиеся к СДЯВ (хлор, фосген, синильная кислота, метилизоцианат, хлорпикрин и др.), в прошлом применялись или планировались к применению в качестве боевых отравляющих веществ (ОВ). А это значит, что подразделение многих из рассматриваемых химических соединений на ОВ и СДЯВ, в определенной

мере, является условным и целый ряд показателей, используемых для оценки поражающих свойств ОВ, может быть применен и для характеристики СДЯВ.

Существуют три пути проникновения токсического вещества в человеческий организм:

- желудочно-кишечный тракт – пероральный;
- кожные покровы и слизистые оболочки – кожно-резорбтивный;
- органы дыхания – ингаляционный.

Практически все СДЯВ, в случае внезапного аварийного выброса, переходят в парообразное или аэрозольное состояние и проникают в организм ингаляционным путем.

Важнейшей характеристикой СДЯВ является их токсичность.

Токсичность – это свойство вещества вызывать патологические изменения в организме, которые приводят к потере работоспособности или гибели человека.

Количественными показателями токсичности вещества являются концентрация и поглощенная доза.

Концентрация СДЯВ (С) – это количество ядовитого вещества в единице объема воздуха

$$C = M / V, \quad (3.1)$$

где М – масса СДЯВ, мг или г;

V – объем зараженного воздуха, л или м³.

Концентрация измеряется в мг/л или мг/м³.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) используется при нормировании антропогенного воздействия на природную среду, превышение которой угрожает здоровью человека, пагубно для растительности и животных.

ПДК химического вещества во внешней среде – такая концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни не возникает заболеваний или изменений состояния здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований сразу или в отдельные сроки жизни настоящего или последующего поколений.

Для оценки очагов поражения СДЯВ ПДК использовать нельзя, т.к. она не дает сведения о концентрациях, поражающих за короткое время.

Поражающая концентрация (IC) – это такое количество СДЯВ в объеме воздуха, которое вызывает поражения тяжелой, средней и легкой степени, приводя к потере работоспособности.

Летальная концентрация (LC) – это количество СДЯВ в объеме воздуха, которое вызывает смерть.

Концентрация зависит от времени воздействия, которое обязательно надо указывать при значениях данной концентрации.

Поглощенная доза СДЯВ – это количество СДЯВ, попавшее в организм. Доза, вызывающая определенный токсический эффект, называется токсодозой (Д).

Различают смертельную, выводящую из строя и пороговую токсодозы.

Смертельная или летальная токсодоза – это количество СДЯВ, вызывающее при попадании в организм смертельный исход с определенной вероятностью.

Обычно пользуются понятием абсолютно смертельной токсодозы, вызывающей гибель организма с вероятностью 100% (или гибель 100% пораженных) и средне смертельной токсодозы, летальный исход от которой наступает у 50% пораженных.

Выводящая из строя токсодоза – это количество СДЯВ, вызывающее при попадании в организм поражения тяжелой, средней и легкой степени, что приводит к потере работоспособности определенного процента пораженных.

Пороговая токсодоза – это количество СДЯВ, вызывающее начальные признаки поражения организма с определенной вероятностью.

Если СДЯВ попадает в организм перорально или путем кожной резорбции, то говорят о кожно-резорбтивной дозе, которая измеряется в мг на 1 кг массы или на полную массу человека (обычно эта масса полагается равной 70 кг), т.е. мг/кг или мг/чел.

Если СДЯВ поступает через органы дыхания, то говорят о ингаляционной токсодозе.

Ингаляционная токсодоза – это произведение концентрации токсического вещества (С) в воздухе и времени экспозиции (t)

$$D = Ct.$$

Ингаляционная токсодоза измеряется в мг. мин/л.

Параметр Ct получил название “габеров фактор смертельности” (по имени немецкого химика Ф.Габера).

Для характеристики уровня токсичности при воздействии СДЯВ через органы дыхания основными являются следующие величины:

LCt₅₀ – средняя смертельная токсодоза;

ICt₅₀ – средняя выводящая из строя токсодоза;

PCt₅₀ – средняя пороговая токсодоза.

Цифровые индексы, обозначающие процент пораженных (или вероятность поражения, что то же самое), в принципе могут иметь любое значение.

При прогнозировании последствий химического заражения в результате возможной аварии с выбросом СДЯВ обычно используют:

среднюю смертельную ингаляционную токсодозу LCt₅₀, воздействие которой вызовет смерть для 50% пораженных людей, подвергшихся воздействию токсических веществ в течение 30 минут;

среднюю пороговую токсикозу PCt_{50} , вызывающую начальные симптомы поражения.

Значения ингаляционной пороговой токсодозы для наиболее широко используемых в химической промышленности СДЯВ дана в приложении, табл. 3.

Важнейшей характеристикой опасности СДЯВ является относительная плотность их паров. Если плотность пара вещества меньше 1, то это значит, что он легче воздуха и будет быстро рассеиваться (например, аммиак). Большую опасность представляют СДЯВ, относительная плотность которых больше 1, они дольше удерживаются на поверхности земли, накапливаются в различных углублениях местности, их воздействие на людей будет более продолжительным (например: хлор, нитрил акриловой кислоты, метилизоцианат, сероводород и др.).

По аналогии с ОВ, СДЯВ подразделяются на стойкие и нестойкие. Стойкие – это СДЯВ с температурой кипения выше $140^{\circ}C$ (диоксин, серная кислота, анилин и др.). Они могут сохранять поражающее действие на зараженной территории от нескольких часов до нескольких недель и месяцев, создавая неблагоприятную экологическую обстановку. Нестойкие – с температурой кипения ниже $140^{\circ}C$. Они сохраняют поражающие свойства на открытой местности около 1 часа. Большинство СДЯВ относятся к нестойким. Разумеется, что на продолжительность поражающего воздействия СДЯВ оказывают влияние в значительной степени такие факторы, как количество ядовитого вещества на объекте в момент аварии, метеоусловия, характер местности и т.п.

По скорости развития поражающего действия СДЯВ разделяют на быстродействующие и медленнодействующие. Быстродействующие – интоксикация развивается быстро, в первые десятки секунд, минуты или десятки минут. Большинство СДЯВ – быстродействующие яды. Медленнодействующие имеют скрытый период действия, который, в зависимости от концентрации, составляет от 2 до 12 и более часов (фосген, хлорпикрин, азотная и серная кислоты и др.).

По токсическому воздействию на организм СДЯВ подразделяют следующим образом:

1. Вещества удушающего действия. Они поражают легкие, вызывают нарушение или прекращение дыхания (хлор, треххлористый фосфор, фосген, хлориды серы и др.).

2. Вещества общеядовитого действия. Они действуют на кровь, вызывая прекращение окислительных процессов в тканях организма человека (окись углерода, синильная кислота и др.).

3. Вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием (НАК, окислы азота, сернистый ангидрид, сероводород и др.).

4. Нейротропные яды – нарушают деятельность ЦНС, вызывая судороги, параличи и смерть (фосфорорганические соединения, сероуглерод и др.).

5. Вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием (аммиак).

6. Метаболические яды (метилбромид, метилхлорид, этиленоксид, диоксин и др.).

Необходимо отметить, что СДЯВ могут быть как элементами технологического процесса (аммиак, хлор, серная и азотная кислота, фтористый водород и др.), так и образоваться при пожарах на промышленных объектах (оксид углерода, оксид азота, хлористый водород, сернистый газ).

3.1.2 Основные свойства и особенности сильнодействующих ядовитых веществ

Многие опасные вещества при попадании на кожу, в глаза, дыхательные пути или желудочно-кишечный тракт могут вызывать серьезные поражения, и даже смерть при очень малой концентрации, порядка нескольких частей на миллион.

В данном разделе проведен анализ токсических и физико-химических свойств наиболее часто используемых в промышленности опасных и вредных веществ.

Под токсичными химическими веществами принято понимать вещества, которые вызывают нарушение процессов обмена веществ и физиологических функций организма при действиях на него в малых дозах.

К ним относятся десятки тысяч различных химических соединений, используемых как в военных целях (ОВ), так и в мирных условиях, в процессе промышленного производства.

Термин "вредные вещества" чаще всего применяется в производственной деятельности. Им обозначают токсичные химические соединения техногенного происхождения.

Согласно ГОСТ 12.1.007 – 76* [43], вредное вещество - это вещество, которое при контакте с организмом человека, может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

Термин "СДЯВ" используется для того, чтобы выделить наиболее опасные химические соединения, которые в случае аварий на производственных и транспортных объектах легко переходят в атмосферу, вызывая заражение окружающей среды и массовые поражения людей.

Имеется в виду, что СДЯВ в аварийных ситуациях способны "самостоятельно" переходить в атмосферу в виде пара, газа или тонкодисперсного аэрозоля.

Ниже рассматриваются физико-химические и токсические свойства основных СДЯВ, средства и способы защиты и обеззараживания, особенности оказания первой медицинской помощи.

Хлор. Свободный хлор представляет собой зеленовато-желтый газ с резким раздражающим запахом. Он примерно в 2,5 раза тяжелее воздуха и вследствие этого скапливается в низких участках местности, подвалах, колодцах, тоннелях.

Используется он в производстве хлорорганических соединений (например, винил хлорида, хлоропренового каучука, дихлорэтана, перхлорэтилена, хлорбензола), неорганических хлоридов. В больших количествах применяется для беления тканей и бумажной массы, обеззараживания питьевой воды, как дезинфицирующее средство и в других отраслях промышленности.

Полученный хлор под давлением сжижается уже при обычных температурах. Хранят и перевозят его в стальных баллонах и железнодорожных цистернах под давлением. При выходе в атмосферу дымит, заражает водоемы. Поражает легкие, раздражает слизистые и кожу. Первые признаки отравления - резкая загрудинная боль, резь в глазах, слезотечение, сухой кашель, рвота, нарушение координации, одышка. Соприкосновение с парами хлора вызывает ожоги слизистой оболочки дыхательных путей, глаз, кожи.

Минимально ощутимая концентрация хлора - 2 мг/м^3 . Раздражающее действие возникает при концентрации около 10 мг/м^3 . Воздействие в течение 30 - 60 мин $100 - 200 \text{ мг/м}^3$ хлора опасно для жизни, а более высокие концентрации могут вызвать мгновенную смерть.

Следует помнить, что допустимые концентрации (ПДК) хлора в атмосферном воздухе: среднесуточная - $0,03 \text{ мг/м}^3$; максимальная разовая - $0,1 \text{ мг/м}^3$; в рабочем помещении промышленного предприятия - 1 мг/м^3 .

Органы дыхания и глаза защищают от хлора фильтрующие и изолирующие противогазы. С этой целью могут быть использованы фильтрующие противогазы - промышленные марки А (коробка окрашена в коричневый цвет), В (желтый), Е (черный), Г (черный и желтый), БКФ (защитный), а также гражданские - ГП-5, ГП-7 и детские. Максимально допустимая концентрация при применении фильтрующих противогазов - 2500 мг/м^3 . Если она выше, должны использоваться только изолирующие противогазы.

Если все-таки произошло поражение хлором, пострадавшего немедленно выносят на воздух, укрывают для тепла и дают дышать парами спирта или воды. Чтобы смягчить раздражение, ему необходимо вдыхать аэрозоль 0,5% раствора питьевой соды. Полезно также вдыхать кислород. Кожу и слизистые промывают 2%-ным содовым раствором не менее 15 мин. Пострадавшему нельзя самостоятельно передвигаться. Транспорти-

ровать - только в лежащем положении. Если дыхание у человека отсутствует, следует сделать искусственное дыхание методом “рот в рот”.

Наличие хлора в воздухе и его концентрацию можно определить с помощью универсального газоанализатора типа УГ -2.

При производственной аварии на химически опасном объекте, утечке хлора при хранении или транспортировке, может произойти заражение воздуха в поражающих концентрациях. В этом случае необходимо изолировать опасную зону, удалить из нее всех посторонних и не допускать никого без средств защиты органов дыхания и кожи. Около зоны надо держаться с наветренной стороны и избегать низких мест.

При утечке или разливе хлора нельзя прикасаться к пролитому веществу. При интенсивной утечке хлора используют распыленный раствор кальцинированной соды или воду, чтобы осадить газ. Место разлива заливают аммиачной водой, известковым молоком, раствором кальцинированной соды или каустика с концентрацией 60 - 80% и более.

Аммиак. Аммиак представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом “нашатырного спирта”. Относительная плотность газообразного аммиака при нормальных условиях составляет примерно 0,6, то есть он легче воздуха. С воздухом образует взрывоопасные смеси в пределах 15 - 28 объемных процентов аммиака.

Жидкий аммиак - хороший растворитель большого числа органических соединений. Жидкий безводный аммиак используется как высококонцентрированное удобрение. Его используют при получении азотной кислоты, азотсодержащих солей, соды, мочевины, синильной кислоты, удобрений, диапозитивных светокопировальных материалов. Жидкий аммиак применяют в качестве рабочего вещества промышленных холодильных установок.

Аммиак перевозится в сжиженном состоянии под давлением, при выходе в атмосферу дымит, заражает водоемы, когда попадает в них. Предельно допустимые концентрации (ПДК) аммиака в воздухе населенных мест: среднесуточная и максимально разовая - 0,2 мг/м³; предельно допустимая в рабочем помещении промышленного предприятия - 20 мг/м³. Запах ощущается при концентрации 40 мг/м³. Если же его содержание в воздухе достигает 500 мг/м³, он опасен для вдыхания (возможен смертельный исход).

Он вызывает поражение дыхательных путей. Его признаки - насморк, кашель, затрудненное дыхание, удушье, при этом появляется сердцебиение, нарушается частота пульса. Пары сильно раздражают слизистые оболочки и кожные покровы, вызывают жжение, покраснение и зуд кожи, резь в глазах, слезотечение. При соприкосновении жидкого аммиака и его растворов с кожей возникает обморожение, жжение, возможен ожог с пузырями, изъязвления.

Защиту органов дыхания от аммиака обеспечивают фильтрующие промышленные противогазы, газовые респираторы. Могут использоваться промышленные противогазы марки КД (коробка окрашена в серый цвет) и респираторы РПГ-67-КД, РУ -60М-КД.

Максимально допустимая концентрация при применении фильтрующих промышленных противогазов равна 750 ПДК (15000 мг/м^3), выше которой должны использоваться только изолирующие противогазы. Для респираторов эта доза равна 15 ПДК.

Чтобы предупредить попадание аммиака на кожные покровы, следует использовать защитные прорезиненные костюмы, резиновые сапоги и перчатки.

Если поражение аммиаком все же произошло, следует немедленно вынести пострадавшего на свежий воздух. Транспортировать надо в лежащем положении. Необходимо обеспечить тепло и покой, дать увлажненный кислород. При отеке легких искусственное дыхание делать нельзя. Кожу, слизистые и глаза промывать не менее 15 мин водой или 2%-ным раствором борной кислоты. В глаза закапать 2 - 3 капли 30%-ного раствора альбуцида, в нос - теплое оливковое или персиковое масло.

Наличие концентрации аммиака в воздухе определяют универсальным газоанализатором УГ-2.

Поражающие концентрации аммиака в воздухе возникают при производственной аварии на химически опасном объекте, при хранении или транспортировке. В этом случае необходимо изолировать опасную зону, удалить людей и не допускать никого без средств защиты органов дыхания и кожи. Около зоны следует находиться с наветренной стороны.

При разливе жидкого аммиака и концентрированных растворов нельзя прикасаться к пролитому веществу. Течь устраняют, если это не опасно. При интенсивной утечке ограждают разлившуюся жидкость земляным валом, а место разлива нейтрализуют слабым раствором кислоты, промывают большим количеством воды.

Если произошла утечка газообразного аммиака, то с помощью поливомоечных машин, авторазливочных станций, пожарных машин, а также имеющихся на химически опасных объектах гидрантов распыляют воду, чтобы поглотить пары аммиака.

Нитрил акриловой кислоты (НАК). Нитрил акриловой кислоты (акрилонитрил) – бесцветная легколетучая жидкость с неприятным запахом. Легче воды, относительная плотность - 0,8 (при температуре $+20^{\circ} \text{C}$). Пары нитрил акриловой кислоты тяжелее воздуха - относительная плотность пара по воздуху 1,83. С воздухом образует взрывоопасные смеси в пределах 3 - 17 объемных процентов. Температура вспышки 0°C . Растворим в воде (7,4%) и многих органических растворителях.

Получается нитрил акриловой кислоты при взаимодействии пропилена с аммиаком или синильной кислоты с ацетоном. Широко применяется в производстве полиакрилонитрила, АБС - пластика, бутадиеннитрильных каучуков и других сополимеров. Перевозится в железнодорожных цистернах. При разливе жидкость выделяет воспламеняющиеся пары, которые скапливаются в низких участках местности, подвалах. При горении образуются ядовитые пары.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитрил акриловой кислоты в атмосферном воздухе населенных мест (среднесуточная) - $0,03 \text{ мг/м}^3$, в рабочем помещении промышленного предприятия- $0,5 \text{ мг/м}^3$.

НАК опасен при вдыхании. Пары вызывают раздражение слизистых оболочек и кожи. Соприкосновение с ядовитой жидкостью вызывает ожоги кожи и глаз. Действует даже через неповрежденную кожу. Признаки поражения: головная боль, головокружение, слабость, тошнота, рвота, одышка, потливость, сердцебиение, понижение температуры тела, ослабление пульса, судороги, потеря сознания, покраснение и жжение кожи. Возможен смертельный исход.

Защиту органов дыхания и глаз обеспечивают промышленные фильтрующие противогазы марки А (коричневая коробка), БКФ (коробка защитного цвета), а также гражданские и детские противогазы.

Пораженного парами НАК человека надо вынести на свежий воздух, обеспечить ему тепло и покой. Если требуется, дать кислород, а при необходимости амилнитрит на ватке в течение 15 -30 с, повторить через 2 - 3 мин.

В случае аварии происходит заражение воздуха парами вещества с поражающими концентрациями. Опасную зону следует изолировать, удалить посторонних, а пострадавшим оказать первую доврачебную помощь и отправить их в лечебное учреждение. В зараженную зону нужно входить только в защитной одежде, держаться с наветренной стороны и избегать низких мест.

Необходимо соблюдать меры пожарной безопасности, устранить источники огня и искр. Разлившуюся жидкость, не прикасаясь к ней, огрადить земляным валом, чтобы вещество не попало в водоемы, подвалы, канализацию. Небольшие утечки обработать смесью из водного 10%-ного раствора железного купороса (2 объема) и гашеной извести (1 объем).

Для осаждения паров нитрила акриловой кислоты в воздухе используют воду, распыляемую с помощью поливочных и пожарных машин, авторазливочных станций и гидрантов. Нейтрализацию и обезвреживание остатков вещества следует производить водными растворами щелочей или аммиачной водой. На 1 т этого СДЯВ расходуется примерно 8 т 10% -ного раствора щелочи или 45 т 25%-ной аммиачной воды.

Фосген. Фосген, дихлорангидрид угольной кислоты - одно из распространенных СДЯВ. Бесцветный, очень ядовитый газ с характерным сладковатым запахом гнилых фруктов, гниения, прелой листвы или мокрого сена. В газообразном состоянии примерно в 3,5 раза тяжелее воздуха, а в жидком - 1,4 раза тяжелее воды. Из-за высокого давления пара он даже при низких температурах обладает большой летучестью. Стойкость при -20°C составляет около 3 ч, летом - не более 30 мин. Хранится в жидком виде в баллонах и других емкостях. Давление внутри при обычных условиях не превышает 1,5 - 2 атмосферы.

Легко взаимодействует с едкими щелочами, аммиаком, растворами соды и сернистого натрия. Во всех этих случаях продуктами химической реакции являются практически безопасные вещества.

Фосген получается при взаимодействии окиси углерода с хлором в присутствии катализатора - активированного угля. Из-за большой реакционной способности фосген широко используется при органических синтезах, для получения растворителей, красителей, лекарственных средств, поликарбонатов и других веществ. Более 80% погибших от химического оружия были отравлены фосгеном.

При поражении парами наиболее выраженный признак - отек легких (просачивание плазмы крови в альвеолы), в результате чего нарушается газообмен - содержание двуокиси углерода в крови увеличивается, а кислорода падает. Проявляется лишь после скрытого периода - от 4 до 8 ч. (отмечались даже периоды в 15 ч.) В это время отравленный чувствует себя хорошо и, как правило, не теряет работоспособности. У восприимчивых людей как первый симптом надо выделить появление сладкого, часто противного привкуса во рту, иногда тошноту и рвоту. В большинстве случаев возникают незначительные позывы к кашлю, першение в носоглотке, небольшие нарушения ритма дыхания и пульса.

Признаки следующего периода - частое и поверхностное дыхание, все усиливающийся кашель с обильным выделением жидкой пенистой мокроты (иногда с кровью). Пульс и сердцебиение учащается, повышается температура, появляется головная боль, головокружение, боль в груди и горле, общая слабость, одышка, лицо, уши и кисти рук синеют.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) в рабочих помещениях промышленного предприятия равна $0,5\text{ мг/м}^3$. Запах фосгена ощущается при концентрации $4,4\text{ мг/м}^3$, а содержание в воздухе 5 мг/м^3 паров при экспозиции 10 мин считается минимально опасным для вдыхания. Смерть наступает в 50% случаев при вдыхании 100 мг/м^3 в течение 30 - 60 мин, 1000 мг/м^3 в течение 5 мин, или 5000 мг/м^3 за 2 - 3 с.

Защиту органов дыхания обеспечивают фильтрующие промышленные противогазы марки В (коробка окрашена в желтый цвет), а также гражданские (ГП-5, ГП-7), детские и изолирующие.

Максимально допустимая концентрация при применении фильтрующих промышленных противогазов равна 22000 мг/м^3 (44000 ПДК), выше которой должны использоваться только изолирующие противогазы.

Меры первой помощи 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.

Фосген может заразить воздух в поражающих концентрациях при производственной аварии на химически опасном объекте, утечке его при хранении или транспортировке. В этих случаях необходимо оцепить опасную зону, удалить людей и не допускать никого без средств защиты. Около зоны следует находиться с наветренной стороны.

При разливе жидкого фосгена оградить жидкость земляным валом и залить ее водными растворами аммиака, едкого натра, сернистого натрия или засыпать землей и обильно полить водой. Зараженный воздух в закрытых и полужакрытых помещениях (при невозможности их проветрить) обеззараживают, разбрызгивая водный раствор аммиака.

Сероводород. Сероводород - бесцветный газ с резким неприятным запахом. Плотность газообразного сероводорода при нормальных условиях составляет примерно 1,7, т.е. он тяжелее воздуха. Смеси сероводорода с воздухом, содержащие от 4 до 45 объемных процентов этого газа, взрывоопасны. На воздухе воспламеняется при температуре около 300°C .

Применяют в производстве серной кислоты, серы, сульфидов, сераорганических соединений, для приготовления лечебных сероводородных ванн.

Хранится и перевозится в железнодорожных цистернах и баллонах под давлением в сжиженном состоянии. При выходе в атмосферу превращается в газ. Скапливается в низких участках местности, подвалах, тоннелях, первых этажах зданий. При утечке загрязняет водоемы.

Опасен при вдыхании, раздражает кожу и слизистые оболочки. Первые признаки отравления: головная боль, слезотечение, светобоязнь, жжение в глазах, раздражение в носу, металлический вкус во рту, тошнота, рвота, холодный пот, понос, боли при мочеиспускании, учащенное сердцебиение, боли в груди, удушье. При вдыхании газа в значительных концентрациях возможен мгновенный обморок или даже смерть от паралича дыхания (если пострадавший не был своевременно вынесен из зараженной зоны).

Предельно допустимая концентрация (ПДК) сероводорода (среднесуточная и максимально разовая) $0,008 \text{ мг/м}^3$, в рабочих помещениях промышленного предприятия 10 мг/м^3 .

Защиту органов дыхания и глаз обеспечивают фильтрующие промышленные противогазы марки КД (коробка окрашена в серый цвет), В (желтый), БКФ (защитный), респираторы РПГ-67-КД и РУ-60М-КД, а также гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские.

Максимально допустимая концентрация для фильтрующих противогазов -100 ПДК (1000 мг/м^3), для респираторов -15 ПДК.

При поражении сероводородом следует немедленно вынести пострадавшего на свежий воздух, обеспечить ему покой, дать теплое молоко с содой. Далее поместить в затемненное помещение, наложить на глаза примочки с 3% -ным раствором борной кислоты. При тяжелом отравлении, а также при затрудненном дыхании дать кислород, если необходимо, сделать искусственное дыхание.

Сероводород может заразить воздух поражающими концентрациями при производственной аварии на химически опасном объекте, утечке его при хранении и транспортировке. При этом опасную зону следует изолировать, удалить посторонних и не допускать никого без средств защиты органов дыхания и кожи. Избегать низких мест, держаться с наветренной стороны. Пострадавшим оказать первую помощь и направить в лечебное учреждение.

При утечке и разливе не прикасаться к пролитому веществу, устранить источники огня и искр. Оградить жидкость земляным валом, чтобы она не попала в водоемы, канализацию, подвалы и низинные участки местности. Для обеззараживания разлившееся вещество залить известковым молоком, раствором соды или каустика.

Синильная кислота. Синильная кислота (цианистый водород, цианистоводородная кислота) - бесцветная прозрачная жидкость. Она обладает своеобразным дурманящим запахом, напоминающим запах горького миндаля. Из-за низкой температуры кипения и высокого давления при обычной температуре очень летуча, при 20^0 C максимальная концентрация достигает $837-1100 \text{ г/м}^3$. Капли синильной кислоты на воздухе быстро испаряются: летом - в течение 5 мин, зимой - около 1ч. В газообразном состоянии обычно бесцветна.

Синильная кислота разлагается в водных растворах при обычной температуре, после чего они перестают быть ядовитыми. Окисление перекисью водорода можно использовать для дегазации небольших количеств зараженной воды.

Синильную кислоту используют для получения хлорциана, акрилонитрила, аминокислот, акрилатов, необходимых при производстве пластмасс, а также в качестве фумиганта - средства борьбы с вредителями

сельского хозяйства, для обработки закрытых помещений и транспортных средств.

В природе синильная кислота в свободном виде встречается в растениях, например, в ядрах косточек горького миндаля, абрикосов, вишен, слив.

Возможные пути отравления кислотой: вдыхание паров, проникновение через кожные покровы, прием непосредственно внутрь.

В зависимости от концентрации паров и времени их действия различают поражения легкой, средней и тяжелой степени, а также молниеносную форму.

При легкой степени ощущается запах горького миндаля, металлический привкус и горечь во рту, саднение в носу, стеснение в груди, слабость. Если при этом надеть противогаз или выйти из отравленной зоны, через несколько минут все эти симптомы исчезнут.

Поражение средней степени сопровождается (при всех вышесказанных симптомах) головной болью, шумом в ушах, тошнотой, одышкой, болями в области сердца, небольшим слюнотечением, мышечной слабостью. Речь затруднена, лицо и слизистые становятся розового цвета. Когда поступление синильной кислоты в организм прекращается, симптомы отравления через 30 - 60 мин ослабевают, но в течение одних-трех суток остаются головные боли, общая слабость.

Для тяжелой степени характерно быстрое развитие всех симптомов отравления, а затем наступают судороги и возможно - смерть.

Молниеносная форма вызывает потерю сознания - человек падает, судороги длятся минуты, и дыхание останавливается.

Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) синильной кислоты в воздухе населенных мест равна $0,01 \text{ мг/м}^3$, в рабочих помещениях промышленного предприятия - $0,3 \text{ мг/м}^3$. Концентрация кислоты ниже $50,0 \text{ мг/м}^3$ при многочасовом вдыхании небезопасна и приводит к отравлению. При 80 мг/м^3 отравление возникает независимо от экспозиции. Если 15 мин находиться в атмосфере, содержащей 100 мг/м^3 , то это приведет к тяжелым поражениям, а свыше 15 мин - к летальному исходу. Воздействие концентрации 200 мг/м^3 в течение 10 мин и 300 мг/м^3 в течение 5 мин также смертельно.

Через кожу всасывается как газообразная, так и жидкая синильная кислота. Поэтому при длительном пребывании в атмосфере с высокой (выше 500 мг/м^3) концентрацией кислоты без средств защиты кожи, пусть даже в противогазе, появятся признаки отравления - в результате резорбции.

Защиту органов дыхания от синильной кислоты обеспечивают фильтрующие и изолирующие противогазы. Могут быть использованы фильтрующие промышленные противогазы марок В (коробка окрашена в

желтый цвет) и БКФ (защитный), а также гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские.

Максимально допустимая концентрация синильной кислоты при применении фильтрующих противогазов не более 1800 мг/м³ (6000 ПДК), выше которой должны использоваться только изолирующие противогазы.

Первая медицинская помощь пораженному должна оказываться немедленно. На него надо надеть противогаз, дать антидот в отравленной атмосфере (раздавить тонкий конец ампулы амилнитрита и в момент вдоха вложить под лицевую часть противогаза) и эвакуировать из зараженной зоны. Если состояние пострадавшего остается тяжелым, то через 5 мин повторно дают антидот амилнитрита. При резком ухудшении применяют искусственное дыхание.

При желудочных отравлениях кислотой и ее солями следует как можно скорее вызвать рвоту и принять внутрь однопроцентный раствор гипосульфита натрия.

При аварии на химически опасном объекте, при разливе во время хранения или транспортировки необходимо удалить всех людей из опасной зоны и не допускать туда без противогазов.

Дегазацию синильной кислоты на местности не проводят, так как она высоколетуча. Закрытое же помещение для этого достаточно хорошо проветрить или опрыскать формалином.

Если разлилось большое количество жидкой кислоты, то применяют песок, кизельгур, опилки и другой впитывающий материал, который затем обрабатывают дегазирующими растворами сульфата железа, а после растворами щелочей. Так же обеззараживают остатки синильной кислоты и растворы ее солей.

Сернистый ангидрид. Сернистый ангидрид (двуокись серы, “сернистый газ”) - один из распространенных видов СДЯВ. Представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом. В 2,2 раза тяжелее воздуха. При взаимодействии с водой образуется сернистая кислота.

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

Перевозят его в сжиженном состоянии под давлением. При выходе в атмосферу он дымит, скапливается в низких участках местности, подвалах, тоннелях, заражает водоемы.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) сернистого ангидрида в атмосферном воздухе населенных мест (среднесуточная) - $0,05 \text{ мг/м}^3$, в рабочем помещении промышленного предприятия - 10 мг/м^3 .

Он опасен при вдыхании. Даже очень малая концентрация его создает неприятный вкус во рту и раздражает слизистые оболочки. Пары сернистого ангидрида во влажном воздухе сильно раздражают слизистые оболочки и кожу. Появляются саднение в горле, кашель, резкая боль в глазах, жжение, слезотечение, дыхание и глотание затрудненное, кожа краснеет. Возможны ожоги кожи и глаз. Вдыхание воздуха, содержащего более 0,2% сернистого ангидрида, вызывает хрипоту, одышку и быструю потерю сознания. Возможен смертельный исход.

Вредное воздействие оказывает сернистый ангидрид и на растительность при концентрациях более $0,1 \text{ мг/м}^3$. Наибольшая чувствительность у ели и сосны, наименьшая - у березы и дуба.

Защиту органов дыхания и глаз от сернистого ангидрида обеспечивают промышленные фильтрующие противогазы марки В (коробка окрашена в желтый цвет), Е (черный), БКФ (защитный), респираторы противогазовые РПГ-67В и универсальные РУ - 60М-В, а также гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские.

Меры первой помощи при поражении сернистым ангидридом: прежде всего вынести пострадавшего на свежий воздух. Кожу и слизистые промыть водой или 2% -ным раствором соды не менее 15 мин, глаза - проточной водой, также не менее 15 мин.

Сернистый ангидрид может заразить воздух с поражающими концентрациями в случае производственной аварии на химически опасном объекте или его утечки при хранении, транспортировке. Опасную зону следует изолировать, удалить посторонних людей. Входить в нее можно только в средствах защиты органов дыхания и кожи. Надо избегать низких мест, держаться с наветренной стороны.

При утечке и разливе нельзя прикасаться к пролитому сернистому ангидриду. Разлившуюся жидкость следует оградить земляным валом, не допускать попадания вещества в водоемы. Место разлива залить известковым молоком или раствором соды.

При интенсивной утечке сернистого ангидрида, чтобы осадить газ, используется известковое молоко, раствор соды или каустика. Для этого применяют поливомоечные машины, авторазливочные станции, пожарные машины.

Бензол. Бензол - бесцветная жидкость с характерным запахом. Относительная плотность его паров составляет 2,7, т.е. они тяжелее воздуха. Смеси с воздухом, содержащие от 1,4 до 7 объемных процентов бензола, взрывоопасны. Температура вспышки – 12^0 С . Применяется в производстве стирола, фенола, капролактама и многих других веществ,

для синтеза красителей, пестицидов, полимеров, поверхностно - активных и взрывчатых веществ, фармацевтических препаратов, в качестве растворителя лаков, добавки к моторному топливу для повышения октанового числа. Хранится и перевозится в железнодорожных и автоцистернах. При разливе выделяет воспламеняющиеся пары, которые скапливаются в низинах, подвалах, тоннелях.

Бензол опасен при вдыхании. Порог восприятия запаха бензола около 5 мг/м^3 . Картина острого отравления при малых концентрациях - возбуждение, подобное алкогольному, затем сонливость, общая слабость, головокружение, тошнота, рвота, головная боль, потеря сознания, возможны мышечные подергивания, переходящие в судороги. Зрачки часто расширены, не реагируют на свет. Дыхание сначала учащенное, затем замедленное. Температура тела резко снижена, кожа и слизистые оболочки бледные. Пульс учащенный, малого наполнения. Кровяное давление понижено. Известны случаи сильной сердечной аритмии. При очень высоких концентрациях - почти мгновенная потеря сознания и смерть в течение нескольких минут.

Соприкосновение бензола с кожей вызывает сухость, трещины, зуд, она краснеет, появляется просовидная пузырьковая сыпь. При проникновении паров бензола через кожные покровы происходят характерные изменения в крови.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) бензола в атмосферном воздухе населенных мест (среднесуточная) равна $0,8 \text{ мг/м}^3$, в рабочем помещении промышленного предприятия - 5 мг/м^3 .

Защиту органов дыхания обеспечивают промышленные фильтрующие противогазы марки А (коробка коричневого цвета), М (красная коробка) и БКФ (коробка защитного цвета), респираторы РПГ-67-А и РУ-60М-А, а также гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 и детские.

Если концентрация бензола выше максимально допустимой (22000 мг/м^3) или неизвестна, аварийные работы следует проводить только в изолирующих противогазах, для защиты кожи использовать защитный костюм, резиновые сапоги и перчатки.

Первую медицинскую помощь оказывают немедленно. Надо вынести пораженного на свежий воздух, положить его, обеспечить тепло и покой.

При затрудненном дыхании дать увлажненный кислород или карболен, а если потребуется, сделать искусственное дыхание. Кожу промыть водой с мылом и смазать дерматоловой мазью.

При производственной аварии, утечке бензола при хранении и транспортировке, опасную зону следует немедленно изолировать, удалив посторонних. Держаться нужно с наветренной стороны, избегать низких мест, а в зону аварии входить только в полной защитной одежде.

Необходимо соблюдать меры пожарной безопасности, устранить источники огня и искр. Разлившуюся жидкость, не прикасаясь к ней оградить земляным валом. Не допускать попадания вещества в подвалы, тоннели и канализацию. Небольшие утечки засыпать песком, землей или другим негорючим материалом, промыть водой. Для осаждения паров бензола в воздухе используют воду, которую распыляют с помощью поливомоечных, пожарных машин, авторазливочных станций и гидрантов.

3.2. Характеристики очагов поражения, возникающих при авариях на химических объектах

Главным поражающим фактором при авариях на химически опасных объектах (ХОО) является заражение сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ) или отравляющими веществами (ОВ) воздуха, приводящее к поражению людей, находящихся в зоне действия ядовитых веществ.

Территория, зараженная СДЯВ в поражающих концентрациях (C_i), называется зоной химического заражения.

Размеры зоны химического заражения характеризуются: Γ – глубиной распространения ядовитого облака в поражающих концентрациях, Π – шириной зоны заражения, S_{ϕ} – площадью территории фактического заражения. Она зависит от количества СДЯВ, выброшенного из емкости в момент аварии, его физико-химических и токсических свойств, метеорологических условий (скорости ветра в приземном слое атмосферы, степени вертикальной устойчивости воздуха), характера местности (рельефа, застройки, растительности).

3.2.1. Влияние погоды и местности на глубину распространения сильнодействующих ядовитых веществ

Погода и местность оказывают значительное влияние на глубину и степень распространения СДЯВ.

Наиболее важными элементами погоды, влияющими на поведение СДЯВ в воздухе и на почве, являются температура воздуха и почвы, степень вертикальной устойчивости приземного слоя воздуха, скорость и направление ветра, осадки. Важными элементами местности, влияющими на поведение СДЯВ, являются рельеф, растительный покров, постройки.

3.2.1.1. Влияние метеорологических условий на поведение сильнодействующих ядовитых веществ в воздухе и на местности

Атмосферный воздух представляет собой механическую смесь кислорода, азота и других газов. В воздухе всегда содержатся также водяные пары, пыль и мельчайшие взвешенные капельки воды, составляющие туманы или облака.

СДЯВ могут находиться в воздухе в парообразном, туманообразном и

твердом (аэрозоли) состоянии. Воздух, в состав которого введены СДЯВ, называется зараженным воздухом (облаком СДЯВ). Поведение зараженного воздуха практически не отличается от поведения незараженного.

Температура воздуха и поверхности почвы. Температурой воздуха называется степень его нагретости в определенных слоях. Температура воздуха подвержена колебаниям как в течение суток (суточный ход), так и в течение года (годовой ход). При устойчивой погоде самая низкая температура (минимум) обычно наблюдается перед восходом солнца, а самая высокая (максимум) – спустя 1–2 ч после полудня.

Температура почвы испытывает более значительные колебания, так как нагрев и охлаждение ее происходят более интенсивно.

Температура воздуха и почвы определяет агрегатное состояние СДЯВ и, следовательно, глубину их распространения в данных условиях. Температура обуславливает скорость испарения СДЯВ с зараженной местности и, как следствие, стойкость и концентрацию их паров в воздухе. От температуры зависит проницаемость защитной одежды и, следовательно, защитная мощность средств защиты кожи. Поведение зараженного воздуха зависит от устойчивости приземных слоев воздуха, что в свою очередь зависит от температуры. Различают три степени вертикальной устойчивости воздуха.

Первая степень – *инверсия* – характеризуется большой вертикальной устойчивостью воздуха, обусловленной повышением температуры его слоев с высотой и сильным охлаждением почвы. При этом более холодный и, стало быть, более тяжелый воздух находится внизу, а более теплый – сверху (рис. 3.1).

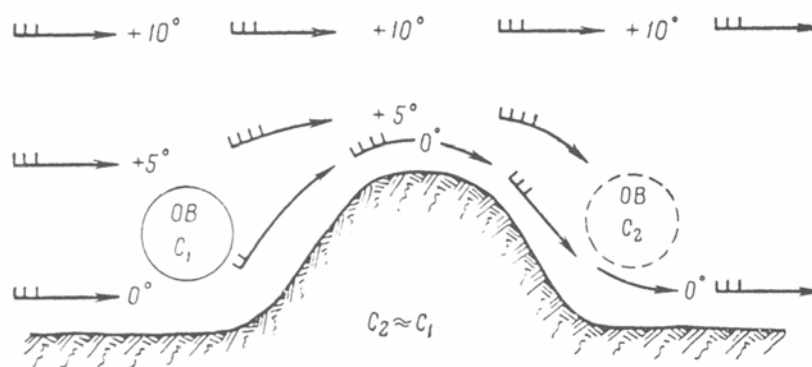


Рис. 3.1. Погашение вертикальных движений воздуха при инверсии температуры

Инверсия возникает ночью при безоблачном небе. Ночью нижний слой воздуха остывает, отдавая свое тепло земле, которая охлаждается быстрее. При безоблачном небе излучение тепла в мировое пространство идет интенсивнее и разность температур поверхности почвы и прилегающего слоя воздуха может достигать нескольких градусов. Если нет ветра,

то охладившийся слой воздуха длительно застаивается около земной поверхности. Зимой инверсия возможна в ясные морозные дни.

Инверсия препятствует рассеиванию облака зараженного воздуха и способствует длительному сохранению высоких концентраций СДЯВ в приземном слое. При инверсии создаются наиболее неблагоприятные условия для обеспечения необходимого уровня защищенности населения.

Вторая степень – *изотермия* – характеризуется состоянием безразличного вертикального равновесия воздуха, которое вызывается равенством температур воздуха на всех высотах приземного слоя и почвы (рис. 3.2).

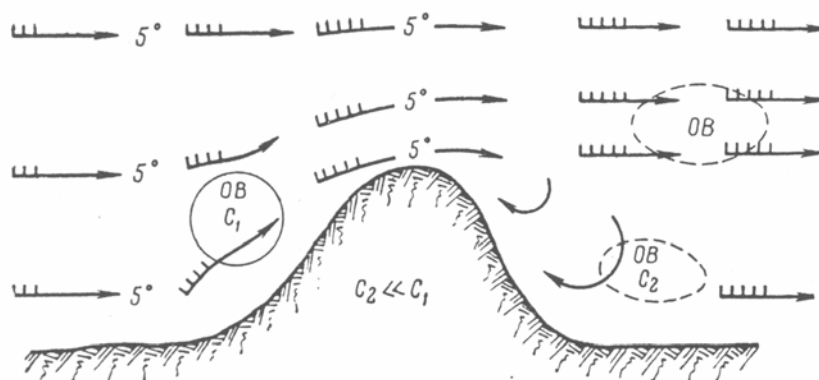


Рис. 3.2. Безразличное состояние воздушного потока при изотермии

Изотермия возникает в утренние и вечерние часы при устойчивой погоде, но наиболее типична для пасмурной погоды. Наличие облачности нарушает суточный ход температуры, уменьшая разницу в степени нагретости воздуха и почвы в дневное и ночное время; этим устраняется нарушение вертикальной устойчивости воздуха.

Третья степень – *конвекция* – характеризуется большой вертикальной неустойчивостью воздуха, которая обусловлена резким падением температуры воздуха с высотой и сильным нагревом почвы (рис. 3.3).

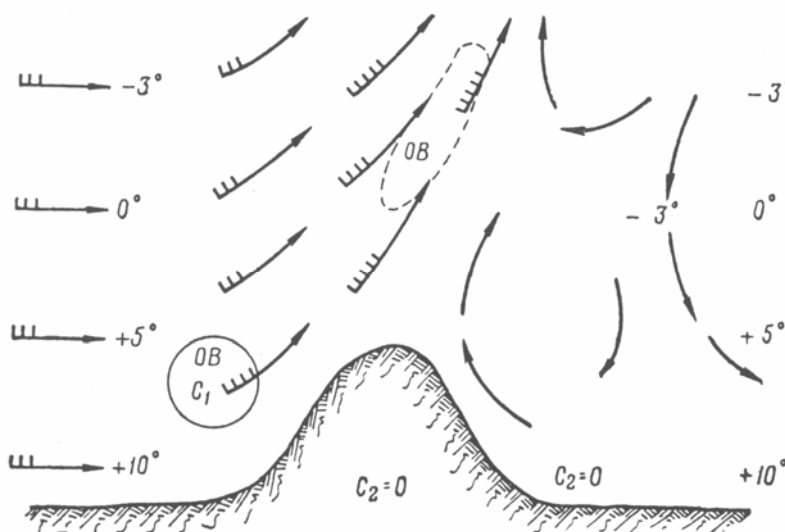


Рис. 3.3. Развитие вертикальных движений воздуха - конвекция при резком падении температуры с высотой

Конвекция наблюдается в ясный летний день, когда при интенсивном нагревании нижнего слоя воздуха он становится легче и вытесняется вверх, а верхние слои, более холодные и тяжелые, опускаются вниз; происходит вертикальная циркуляция воздуха.

Конвекция вызывает сильное рассеивание зараженного воздуха; концентрации СДЯВ быстро, иногда мгновенно, падают ниже поражающих. При конвекции создаются самые благоприятные условия для безопасности населения.

Степень вертикальной устойчивости воздуха определяется по значению вертикального градиента температуры, т. е. разности температур воздуха, измеренных на двух стандартных высотах - 20 и 150 см над подстилающей поверхностью земли. Отрицательный градиент соответствует инверсии, нулевой - изотермии, положительный - конвекции.

Ветер. Ветер — горизонтальное перемещение воздуха. Он вызывается неравномерным нагреванием земной поверхности лучами солнца.

Ветер характеризуется направлением, скоростью и структурой. Направление ветра обозначается той стороной горизонта, откуда он дует. Скорость ветра измеряется в метрах в секунду. Структура ветра (ровный, порывистый, шквальный) определяется степенью неравномерности (турбулентности) движения отдельных струек воздуха, возникающей вследствие трения о подстилающую поверхность, различного нагрева воздуха и почвы и выпадения осадков.

Направление ветра в значительной степени определяет возможные последствия для прилегающей территории.

Скорость и структура ветра оказывают большое влияние на продолжительность сохранения и дальность распространения зараженного воздуха с высокими концентрациями. При слабом ветре зараженный воздух распространяется медленно, высокие концентрации сохраняются дольше; сильный, порывистый ветер быстро рассеивает зараженный воздух (рис. 3.4).

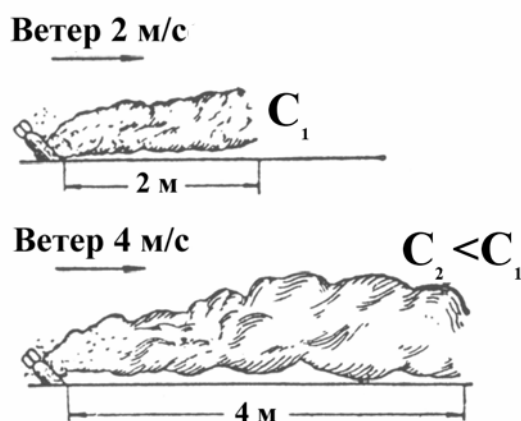


Рис. 3.4. Влияние скорости ветра на начальную концентрацию СДЯВ

С увеличением скорости ветра увеличивается скорость испарения СДЯВ с поверхности зараженного участка.

Осадки. Осадками называется атмосферная влага, выпадающая или осаждающаяся на поверхность земли в виде дождя, снега, града, росы, инея, изморози.

Осадки, главным образом дождь, влияют как на концентрацию СДЯВ в зараженном воздухе, так и на длительность заражения местности. Механическое воздействие дождя на частицы СДЯВ, а также связанное с дождем повышение турбулентности вызывают понижение концентрации СДЯВ. Сильный дождь, механически вымывая СДЯВ из почвы и смывая их с поверхности, способен в сравнительно короткий срок понизить зараженность участка. В данных случаях имеет значение только сравнительно сильный дождь типа ливня; слабые, морозящие дожди практически влияния на понижение концентрации СДЯВ и длительности заражения местности не оказывают.

Дождь способствует смыванию СДЯВ с зараженных объектов, постепенному их скоплению в низких местах и заражению водоисточников.

Облачность. Облачность является одним из факторов, влияющих на степень вертикальной устойчивости воздуха, а отсюда и на поведение СДЯВ. Кроме того, облака закрывают доступ солнечным лучам к поверхности зараженного участка местности, вследствие чего ослабевает испарение СДЯВ с поверхности зараженного участка и увеличивается продолжительность его действия.

3.2.1.2. Влияние характера местности на распространение зараженного воздуха и на длительность заражения

Рельеф. Влияние различных форм рельефа на поведение зараженного воздуха целесообразно проследить для того случая, когда степень вертикальной устойчивости воздуха характеризуется наличием инверсии или изотермии. В этих условиях наиболее вероятно заражение больших территорий.

Отдельный холм отклоняет ветер, способствует образованию завихрений на наветренном и особенно подветренном склонах и усилению ветра на вершине и боковых склонах.

На зараженный воздух холм оказывает рассеивающее влияние из-за завихрений и растяжения облака в длину и ширину (рис. 3.5).

Хребет при достаточной его высоте отклоняет ветер на наветренном склоне в сторону тупого угла, образуемого направлением ветра и осью хребта. В седловине ветер усиливается, а на наветренном и подветренном склонах ослабевает. После преодоления хребта ветер выравнивается и воз-

вращается к первоначальному режиму на расстоянии, равном 8-10-кратной высоте хребта.

На зараженный воздух хребет оказывает рассеивающее влияние ввиду растяжения облака по всем направлениям и усиления ветра в седловине (рис. 3.6).

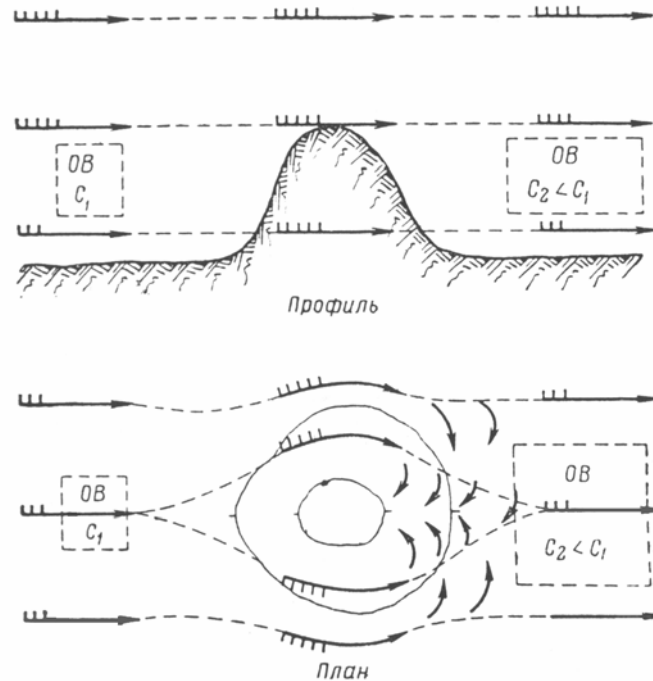


Рис. 3.5. Влияние холма на ветер и на облако СДЯВ

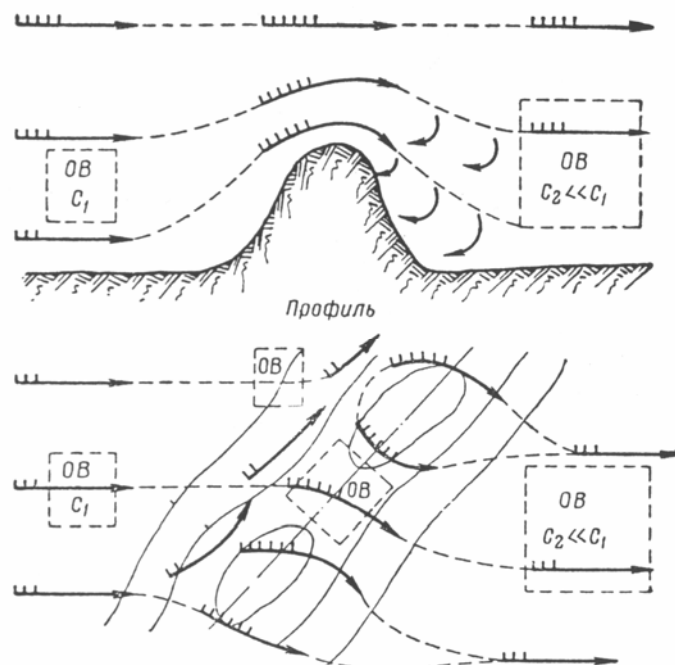


Рис. 3.6. Влияние хребта на ветер и на облако СДЯВ

Котловина не оказывает влияния на направление воздушного потока, но ослабляет ветер до полного затишья в ее глубине; в котловине возможен застой зараженного воздуха.

Лощина с высокими и крутыми краями при ветре, направленном перпендикулярно к ней, обычно является местом застоя зараженного воздуха, так как большая часть воздуха проносится над ней, а в самой лощине ветер ослабевает иногда до полного штиля, особенно при инверсии (рис. 3.7).

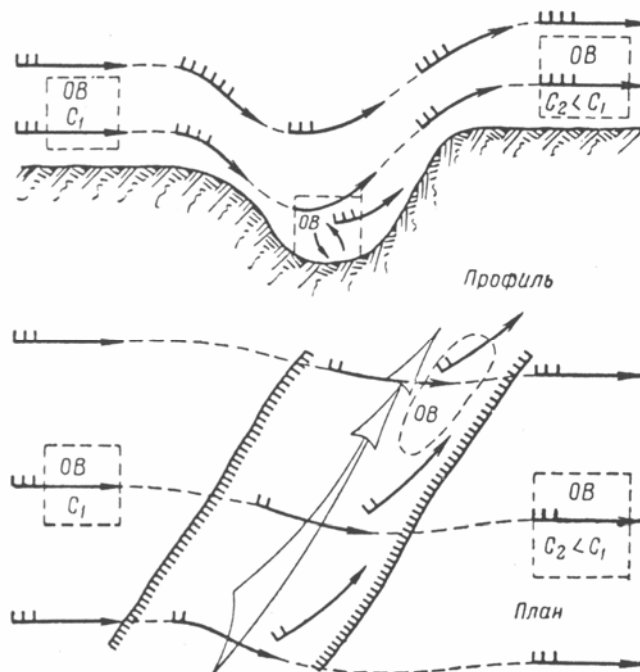


Рис. 3.7. Влияние лощины на ветер и на облако СДЯВ

Если зараженный воздух встречается широкую лощину с пологими склонами, то он спускается в нее и поднимается по противоположному склону, не претерпевая существенных изменений. Если лощина образует с направлением ветра косой угол, то при достаточной крутизне ее краев в лощине возникает местный ветер небольшой скорости, дующий вдоль лощины в сторону тупого угла между направлением ветра и краями лощины; в данном случае возможно отклонение части зараженного воздуха от общего направления движения. Если направление ветра близко к направлению оси лощины, то большая часть зараженного воздуха перемещается вдоль лощины, причем на большие расстояния.

Долины с высокими на большом протяжении и крутыми берегами являются путями глубокого проникновения СДЯВ.

В условиях горного рельефа влияние отдельных вершин, хребтов, котловин и долин, в общем, аналогично влиянию соответствующих форм холмистого рельефа, но проявляется более резко и захватывает слой воздуха гораздо большей толщины.

Специфическим явлением горного рельефа обычно бывают местные ветры, в частности горно-долинные. Эти ветры наблюдаются в летнее время при ясной погоде на склонах горных долин: ночью холодные массы воздуха стекают по склонам в долину, а днем более теплый долинный воздух поднимается по склонам вверх.

Стойкость СДЯВ значительно выше при заражении котловин, лощин, чем на вершинах холмов и хребтах.

Растительный покров. Влияние растительного покрова на распространение зараженного воздуха различно в следующих случаях:

- 1) когда зараженный воздух встречается на своем пути лес;
- 2) когда зараженный воздух создается в самом лесу.

В первом случае общая эффективность заражения понижается. Ветер обтекает лес в основном над кронами деревьев, причем возникают завихрения, которые сохраняются и на подветренной стороне леса на расстоянии до 500 м. Часть зараженного воздуха затекает в лес с наветренной стороны на глубину до 300 м и создает там зону сильного заражения (рис. 3.8). Пройдя над лесом, зараженный воздух приобретает пониженную концентрацию за счет образования застоев в лесу и рассеивания облака кронами деревьев.

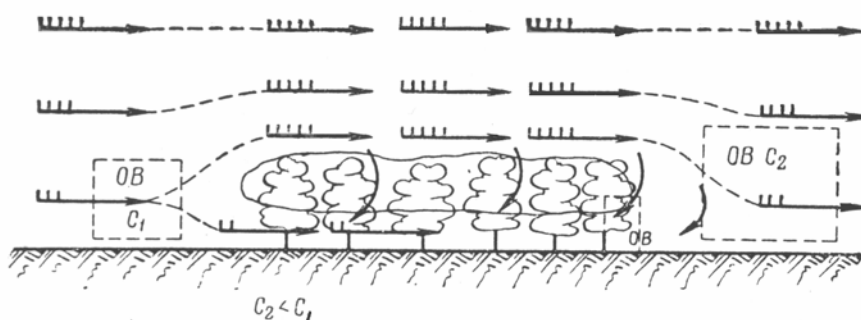


Рис. 3.8. Влияние растительного покрова на ветер и на облако СДЯВ

Во втором случае высокие концентрации СДЯВ могут долго удерживаться в районе аварийной утечки ядовитого вещества. Растительный покров намного увеличивает длительность заражения местности.

Постройки. Населенные пункты оказывают на облако зараженного воздуха воздействие, аналогичное влиянию леса. Облако зараженного воздуха, обтекая населенный пункт, рассеивается, а в самом населенном пункте создаются зоны частичного застоя (рис. 3.9).

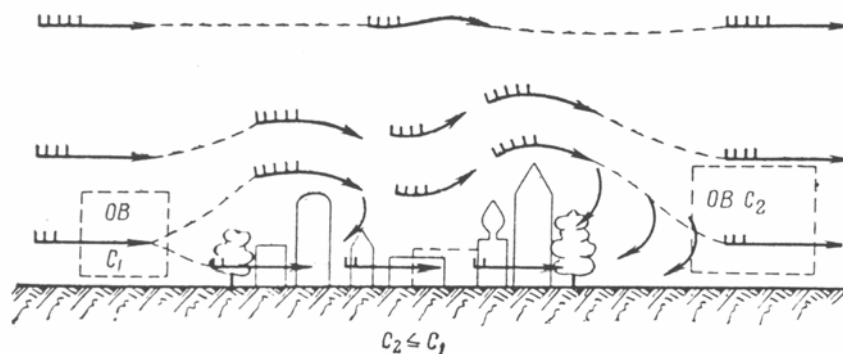


Рис. 3.9. Влияние населенного пункта на ветер и на облако СДЯВ

Различного рода постройки, в зависимости от их характера и расположения, в той или иной степени содействуют повышению длительности заражения СДЯВ.

Водные поверхности. На побережьях морей, крупных озер и рек в теплое время года при малооблачной и тихой погоде возникают местные ветры побережий — бризы.

Бризы характеризуются полусуточной сменой направления ветра: ночью ветер дует с берега в море (ночной, или береговой, бриз), а днем - с моря на берег (дневной, или морской, бриз). При благоприятных условиях погоды и местности бризы распространяются на большие расстояния (на Крымском побережье - до 25 - 30 км) и дуют с умеренными скоростями - до 4 - 6 м/с.

В прибрежных районах поведение облака зараженного воздуха будет подчиняться режиму бризов.

Грунт. Твердый грунт облегчает испарение СДЯВ, рыхлый - повышает их стойкость.

3.2.2. Очаги химического поражения

В зоне химического заражения могут возникать очаги химического поражения – территория, в пределах которой произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных растений и животных. Очаги поражения СДЯВ в зависимости от продолжительности заражения местности и времени проявления поражающего действия делят на 4 вида:

1. Очаг поражения нестойкими быстродействующими веществами (синильная кислота, акрилонитрил, аммиак, окись углерода, метилизоцианат).
2. Очаг поражения нестойкими медленнодействующими веществами (фосген, хлорпикрин, азотная кислота).
3. Очаг поражения стойкими быстродействующими веществами (анилин, фосфорорганические соединения).
4. Очаг поражения стойкими медленнодействующими веществами (серная кислота).

Для очага поражения, создаваемого быстродействующими веществами, характерно:

одномоментное (в течение минут, десятков минут) поражение значительного количества людей;

быстрое течение интоксикации с преобладанием тяжелых поражений;
дефицит времени на проведение спасательных работ;

необходимость оказания эффективной медицинской помощи непосредственно в очаге поражения (решающее значение приобретает самовзаимопомощь);

быстрая эвакуация пораженных из очага поражения в один рейс.

Особенностями очага поражения веществами замедленного действия являются:

постепенное формирование санитарных потерь на протяжении нескольких часов;

наличие некоторого резерва времени для корректировки спасательных работ;

необходимость проведения мероприятий по активному выявлению пораженных среди населения;

эвакуация пораженных из очага по мере их выявления.

Основные меры защиты людей в очагах химического поражения:

использование СИЗ и убежищ;

применение антидотов и средств обработки кожных покровов;

соблюдение режимов защиты на зараженной территории;

эвакуация людей из зоны заражения;

санитарная обработка людей, дегазация одежды, территории, сооружений, транспорта, техники и имущества.

Необходимо помнить, что при выходе из очага поражения стойкими веществами опасность поражения сохраняется еще некоторое время и после выхода за счет десорбции СДЯВ с одежды или в результате контакта с зараженным транспортом, различным имуществом.

3.3. Характеристика химически опасных аварий

3.3.1. Классификация химически опасных объектов

Вокруг потенциально опасных объектов, при наличии на их территории опасных веществ, предусматривается выделение санитарно-защитной зоны (СЗЗ), в которой запрещается размещение жилых зданий, детских и лечебно-оздоровительных учреждений. Размер СЗЗ (СН 245-71, [53]) по глубине зависит от класса опасности объекта по санитарной классификации и составляет: для I класса - 1000 м, II класса – 500 м, III класса – 300 м, IV класса – 100 м, V класса – 50 м.

Однако, расчёт размеров СЗЗ производится, как правило, только по условиям безаварийной эксплуатации предприятий, без учёта последствий крупных аварий и разрушений. Это приводит к формальному установлению размеров СЗЗ и, соответственно, класса опасности объектов, располагающих запасами СДЯВ. Основным показателем опасности таких объектов, которые принято именовать химически опасными объектами (ХОО), должно считаться количество населения, которое проживает в зоне возможного химического заражения в случае аварии. Этот показатель взят за основу существующей классификации объектов, располагающих запасами СДЯВ, по химической опасности (табл. 5 приложения).

Приведённая классификация позволяет осуществлять дифференцируемый подход к планированию и организации защиты рабочих, служащих и населения от СДЯВ.

Для отнесения объектов к различным степеням опасности проводится прогнозирование масштабов заражения СДЯВ согласно Методике прогнозирования масштабов заражения СДЯВ при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте [25], приведённой в разделе 3.4 настоящего учебного пособия.

По результатам прогноза определяются возможные очаги поражения (участки территории, где может произойти поражение людей СДЯВ) и количество населения в зоне возможного заражения.

Учитывая, что основой классификации является количество населения в зоне возможного заражения, объекты, имеющие различные запасы одного и того же СДЯВ, могут быть отнесены к одинаковой степени химической опасности. При наличии же на объекте нескольких СДЯВ прогнозирование масштабов заражения и оценка степени химической опасности объекта производится по тому веществу, авария с выбросом (проливом) которого может представлять наибольшую опасность для населения. Во всех случаях исходят из того, что авария происходит на единичной максимальной по объёму ёмкости СДЯВ, которая подвергается полному разрушению.

Объекты, располагающие запасами токсичных веществ, не вошедших в перечень из 34 СДЯВ, но при выбросе (проливе) которых может произойти поражение производственного персонала, рекомендуется относить к IV степени опасности.

По имеющимся данным, в Российской Федерации 12% ХОО относится к I степени опасности, 7% – ко II степени, к III степени – 73% и к IV степени – 8%.

Возможный выход облака заражённого воздуха за пределы территории ХОО, в случае аварии на нём, обуславливает химическую опасность для промышленного региона (ПР), где такой объект расположен. В основу классификации ПР (городского и сельского района, города, области, края, республики без областного деления) также положена опасность поражения населения СДЯВ.

Критерием отнесения ПР к той или иной степени опасности в этом случае является процент населения, проживающего в зоне возможного заражения в случае аварии на ХОО (табл. 3.1).

Определение масштабов заражения и количества населения в зоне возможного заражения проводится применительно к аварии на ХОО, расположенном в пределах ПР. При функционировании в пределах одной административной территории двух и более ХОО и наложении зон возможного заражения друг на друга определение процента населения, которое может подвергнуться поражающему действию СДЯВ, осуществляется из расчёта однократного накрытия территории зоной заражения.

Таблица 3.1

Классификация городов, городских и сельских районов, областей
по химической опасности

| Степень химической опасности | Количество населения (в %), проживающего в зоне возможного заражения |
|------------------------------|--|
| I | более 50% |
| II | от 30 до 50% |
| III | от 10 до 30% |
| IV | до 10% |

Из числа субъектов Российской Федерации (область, край, республика) к химически опасным относится 90%, в т.ч. к I степени опасности – 20%, ко II степени – 30%, к III степени – 40%. Из городов с населением свыше 100 тыс. химически опасными были признаны 90%, в т.ч. 61% являлись городами I степени опасности, 15% – II степени, 24% – III степени.

По мере проведения на ХОО мероприятий, направленных на снижение возможных масштабов заражения, или при замене в технологических процессах СДЯВ на менее токсичные продукты, степень опасности объекта и, соответственно, ПР может быть снижена.

3.3.2. Виды химически опасных аварий и их классификация

Несмотря на предпринимаемые меры в области промышленной безопасности (многие потенциально опасные производства спроектированы так, что вероятность крупной аварии на них оценивается величиной порядка 10^{-4}), полностью исключить вероятность возникновения аварий практически невозможно.

В большинстве случаев аварии вызываются нарушением технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, низкой трудовой и технологической дисциплиной, несоблюдением мер безопасности, отсутствием должного надзора за состоянием оборудования. Одна из возможных причин – стихийные бедствия.

Особую опасность представляют последствия так называемых химически опасных аварий, под которыми понимается не планируемый и не управляемый выброс СДЯВ, возникающий в результате взрыва, пожара или поломки технологического оборудования, транспортной ёмкости или трубопровода.

Такие аварии на объектах народного хозяйства по типу возникновения делятся на производственные и транспортные аварии, при которых нарушается герметичность емкостей и трубопроводов, содержащих СДЯВ.

По масштабам последствий химически опасные аварии подразделяются на:

локальные – последствия которых ограничиваются одним цехом (агрегатом, сооружением) ХОО;

местные – последствия которых ограничиваются производственной площадью ХОО или его санитарно-защитной зоной;

общие – последствия которых распространяются за пределы санитарно-защитной зоны ХОО.

По сфере возникновения химически опасные аварии классифицируются так:

аварии на хранилищах СДЯВ;

аварии при ведении технологических процессов (возможные источники заражения – технологические ёмкости и реакционная аппаратура);

аварии при транспортировке СДЯВ по трубопроводу или железнодорожными цистернами по территории объекта.

В таких авариях выделяют 4 фазы:

I. Инициирование аварии.

II. Развитие аварии.

III. Выход последствий аварии за пределы объекта.

IV. Локализация и ликвидация последствий аварии.

Содержание каждой фазы отражено в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Содержание фаз развития химически опасных аварий

| Фаза | Общее содержание фазы | Особенности содержания фазы | |
|------|---|---|---|
| | | аварии на хранилищах и при ведении технологических процессов | транспортные аварии |
| I | Инициирование аварии вследствие накопления отклонений от нормального процесса или неконтролируемой случайности, в результате чего система (ёмкость, реактор, цистерна и т.д.) приходит в неустойчивое состояние | Накопление дефектов в оборудовании; ошибки при проектировании, строительстве и монтаже оборудования; ошибки в эксплуатации оборудования; нарушение технологического процесса и т.д. | Ухудшение состояния железнодорожного пути; некачественное ведение ремонтных работ, возникновение неполадок в подвижном составе; нарушение правил перевозок; столкновение с другими транспортными объектами; коррозия трубопроводов и т.д. |
| II | Развитие аварии, в течение которой происходит нарушение герметичности системы (ёмкости, реактора, цистерны и т.д.) и попадание СДЯВ в атмосферу | Возникновение пожаров, взрывов, разливы, выбросы СДЯВ в окружающую среду | Сход с рельсов цистерн, пожары, взрывы, разливы, выбросы СДЯВ в окружающую среду |
| III | Выход последствий аварии за пределы объекта | Распространение газовой волны и её выход за пределы объекта, поражающее воздействие СДЯВ на население и производственный персонал | |
| IV | Локализация и ликвидация последствий аварии | Проведение мероприятий химической защиты, в т.ч. по локализации и ликвидации источника заражения | |

II фаза оказывает определяющее воздействие на масштабы последствия аварии (т.к. от особенностей попадания СДЯВ в атмосферу зависят дальность распространения газовой волны и время поражающего действия). В свою очередь, особенности попадания СДЯВ в атмосферу определяются условиями его содержания в возможном источнике заражения и характером повреждения последнего. Возникающие при этом аварийные типовые ситуации представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3
 Аварийные типовые ситуации, связанные с выбросом (проливом) СДЯВ

| Агрегатное состояние СДЯВ | Вид источника заражения | Степень разрушения источника заражения | Характер выделения СДЯВ в окружающую среду | Возможные варианты разлива СДЯВ |
|---------------------------|---|--|--|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Сжиженные газы | Хранилища и ж.д. цистерны | 1. Полное разрушение 2. Частичное разрушение (трещины, отверстия, разрывы и т.п.) | 1. Мгновенный выброс всего содержимого ёмкости с последующим испарением разлива 2. Истечение во времени через отверстие (трещину и т.п.) с последующим испарением разлива | Свободный или в оболочку (поддон) |
| | Технологические ёмкости и реакционная аппаратура | —‘’— | —‘’— | Свободный |
| | Трубопроводы | Частичное разрушение | Истечение во времени через отверстие (трещину и т.п.) с последующим испарением разлива | —‘’— |
| Сжатые газы | Хранилища, технологические ёмкости и реакционная аппаратура | 1. Полное разрушение 2. Частичное разрушение | 1. Мгновенный выброс всего объёма СДЯВ с мгновенным переходом в атмосферу 2. Истечение во времени через отверстие (трещину и т.п.) с мгновенным переходом в атмосферу | Разлив отсутствует |
| | Трубопроводы | Частичное разрушение | Истечение во времени через отверстие (трещину и т.п.) с мгновенным переходом в атмосферу | Разлив отсутствует |

Окончание таблицы 3.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|--|---|--|------------------------------------|
| Жидкости | Хранилища и ж.д. цистерны | 1. Полное разрушение 2. Частичное разрушение | 1. Мгновенный выброс всего содержимого ёмкости с последующим испарением разлива 2. Истечение во времени через отверстие (трещину и т.п.) с последующим испарением | Свободный или в обваловку (поддон) |
| | Технологические ёмкости и реакционная аппаратура | 1. Полное разрушение 2. Частичное разрушение | 1. Мгновенный выброс всего содержимого ёмкости с последующим испарением разлива 2. Истечение во времени через отверстие (трещину и т.п.) с последующим испарением разлива | Свободный |
| | Трубопроводы | Частичное разрушение | Истечение во времени через отверстие (трещину и т.п.) с последующим испарением разлива | —',— |

Примечание: Под мгновенным выбросом понимается истечение всего объёма СДЯВ из разрушенного оборудования за короткий интервал времени (несколько минут).

Постоянный рост в настоящее время единичных мощностей технологических установок, и, следовательно, увеличение объёмов складов и хранилищ СДЯВ, повышение объёмов таких веществ в технологической аппаратуре и транспортных средствах обуславливают увеличение масштабов возможного ущерба, усложнение складывающейся обстановки.

Если первая крупная авария с выбросом СДЯВ, зафиксированная в промышленности (выброс хлора на химическом предприятии в американском городе Уайндотте, 1917 г.) привела к гибели 1 человека, то авария в индийском городе Бхопале (1984 г.) унесла свыше 3150 жизней.

Масштабы последствия заражения СДЯВ в результате отдельных крупных аварий в Российской Федерации и за рубежом (в т.ч. железнодорожных катастроф) представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Последствия некоторых крупных производственных аварий и
 железнодорожных катастроф в Российской Федерации и за рубежом,
 связанных с заражением СДЯВ

| № пп | Дата | Место аварии, катастрофы | Вид СДЯВ | Ориентировочная величина выброса, т | Характеристика аварии | Что подверглось заражению | Количество поражённых и тяжесть поражения, чел. | Место нахождения поражённых относительно места выброса СДЯВ |
|------|------------|--|-------------|-------------------------------------|--|----------------------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 13.12.1926 | Химический з-д в г.Сант-Обан (Франция) | хлор | 24 | Взрыв в электролизном производстве хлора | Территория завода | 19- смертельно | В радиусе 50 м |
| 2 | 28.5.1928 | Гавань г.Гамбург (Германия) | фосген | 11 | Разгерметизация ёмкости с фосгеном | Территория г.Гамбурга | 11- смертельно 171-разная степень поражения | 100- -300 м |
| 3 | 24.12.1939 | Склад химических веществ в г.Зарнешти (Румыния) | хлор | 24 | Разрыв оболочки резервуара с хлором | Территория склада и ж.д. станции | 60- смертельно | 250- -800 м |
| 4 | 5.11.1947 | Химический з-д в г.Раума (Финляндия) | хлор | 30 | Разрыв оболочки резервуара с хлором в результате его переполнения | Территория завода | 19- смертельно | 150 м |
| 5 | 24.11.1950 | Химический з-д в г.Поза-Рика (Мексика) | сероводород | – | Выход из строя скруббера, поглощавшего сероводород в процессе производства | Территория г.Поза-Рика | 22- смертельно, 320-разная степень поражения | 45- -2200 м в зданиях |
| 6 | 3.4.1962 | Завод по производству хлора в г.Вальсум (Германия) | хлор | 15 | Взрыв ёмкости с хлором | Территория завода в г.Вальсум | 5- смертельно, 240-тяжёлая степень поражения | – |

Продолжение таблицы 3.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----|----------------|---|--------|------|--|----------------------------------|--|---|
| 7 | 31.1. 1961 | г. Ла-Барр (США) | хлор | 55 | Пробой цистерны в результате ж.д. катастрофы | Территория г. Ла-Барр | 1- смертельно, 100-разная степень поражения | В радиусе 500 м |
| 8 | 22.7. 1961 | Химический з-д в г. Дзержинске | хлор | 2 | Разрыв хлоропровода | Территория завода | 44-средняя и лёгкая степени поражения | 30-200 м в зданиях |
| 9 | 18.6. 1965 | Ново-Липецкий металлургический комбинат | аммиак | 3 | Выброс через свечу из ёмкости | Территория комбината и г.Липецка | 1- смертельно, 1-тяжёлая степень поражения, 94-средняя степень поражения | 120 м в здании 140 м в здании 250 м в автобусах, трамваях, на улице |
| 10 | 1.1. 1966 | Станция разлива хлора в г. Горьком | хлор | 27,7 | Разрыв отводной трубы цистерны с хлором | Территория г.Горький | 1- смертельно, 4500-разная степень поражения | 20-4800 м в зданиях и на улице |
| 11 | 15.12. 1966 | Волгоградский химический з-д им. Кирова | хлор | 1,9 | Повреждение цистерны с хлором | Территория завода г. Волгограда | 115-разная степень поражения | 50-1450 м в зданиях и на улице |
| 12 | 8.12. 1967 | Чернореченский химический комбинат | фосген | 1 | Выброс остатков фосгена из цистерны при её пропаривании | Территория комбината | 19-средняя и лёгкая степень поражения | 30-150 м |
| 13 | 21.8. 1968 | г. Льевен (Франция) | аммиак | 19 | Разрушение цистерны с аммиаком в результате автокатастрофы | Территория г. Льевен | 6- смертельно | — |
| 14 | 3.12. 1968 | Стерлитамакский химический з-д | хлор | 0,5 | Разрыв хлоропровода | Территория завода | 50-средняя и лёгкая степень поражения | 30-100 м |

Продолжение таблицы 3.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----|------------|--|----------------------|-----|---|------------------------------------|---|--------------------|
| 15 | 18.2.1969 | г. Крит (США) | аммиак | 90 | Взрыв цистерны в результате ж.д. катастрофы | Территория г. Крит | 10-смертельно, 50-средняя и лёгкая степень поражения | 50-100 м |
| 16 | 18.7.1973 | З-д по производству удобрений в г. Потчефструм (ЮАР) | аммиак | 38 | Отрыв крыши от резервуара с аммиаком | Территория завода и г. Потчефструм | 18-смертельно, 65-разная степень поражения | В радиусе 50-200 м |
| 17 | 11.5.1976 | г. Хьюстон (США) | аммиак | 19 | Разрушение автоцистерны с аммиаком в результате автокатастрофы | Территория г. Хьюстон | 6-смертельно, 100-разная степень поражения | 300-400 м |
| 18 | 14.2.1978 | г. Янгстаун (США) | хлор | 20 | Повреждение цистерны в результате ж.д. катастрофы | Территория г. Янгстаун | 8-смертельно, 70-тяжёлая степень поражения | — |
| 19 | 4.4.1980 | г. Бостон (США) | трёххлористый фосген | 50 | Разрушение цистерны в результате ж.д. катастрофы | Территория г. Бостон | 100-тяжёлая степень поражения | — |
| 20 | 1.8.1961 | пос. Монсанта (Мексика) | хлор | 300 | Разрушение цистерн в результате ж.д. катастрофы | Территория пос. Монсанта | 17-смертельно, 600-разная степень поражения | 250 м |
| 21 | 15.11.1983 | Кемеровское ПО "Прогресс" | хлор | 56 | Повреждение цистерны с хлором | Территория ПО "Прогресс" | 26-смертельно | — |
| 22 | 3.12.1984 | Химический з-д в г. Бхопале (Индия) | метилизоцианат | 15 | Разрушение резервуара в результате повышения давления в системе | Территория г. Бхопал | 2500 (впоследствии 3150)-смертельно, 200 000-разная степень поражения | В радиусе 5000 м |

Продолжение таблицы 3.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----|---------------|---|---------------------------------|------|--|--|---|--------|
| 23 | 11.4. 1987 | г. Питтсбург (США) | Хлор, окись фосфора | 30 | Разрушение цистерны в результате ж.д. катаст- рофы | Территория г. Питтс- бург | Эвакуиро- вано около 40 | – |
| 24 | 7.7. 1987 | Ж.д. станция Аннау (Туркмения) | хлор | 56 | Повреждение запорной ар- матуры цис- терны с по- следующим выбросом хлора | Территория ж.д. стан- ции Аннау | 165-разная степень по- ражения | – |
| 25 | 24.4. 1988 | Оренбургс- кий ГПЗ | серо- водород | – | Выброс в ре- зультате на- рушения тех- нологическо- го режима | Территория пос. Мужичья Павлов- ка (Орен- бургская обл.) | 51-разная степень по- ражения | 3500 м |
| 26 | 11.8. 1988 | Химический з-д в г. Гор- ловка | аммиак | 0,5 | Выброс в ре- зультате на- рушения тех- нологическо- го режима | Территория химзавода | 40-разная степень по- ражения | – |
| 27 | 15.1. 1989 | Оренбургс- кий ГПЗ | серни- стый ан- гидрид | – | Выброс в ре- зультате на- рушения тех- нологическо- го режима | Территория пос. Мужичья Павлов- ка (Орен- бургская обл.) | 64-разная степень по- ражения | 3500 м |
| 28 | 20.3. 1989 | ПО "Азот" г. Ионаве (Литва) | аммиак, окислы азота | 7000 | Разрушение "изотермика" с после- дующим по- жаром на складе нит- рофоски (24 тыс. т.) | Территория ПО "Азот" г. Ионаве | 7- смертель- но, 57-разная степень по- ражения | – |
| 29 | 11.6. 1989 | Горно-обо- гатительный комбинат в г. Ажаверди (Армения) | сер- нистый ангид- рид | – | Утечка серни- стого ангид- рида из-за не- исправности технологичес- кого обо- рудования | Территория комбината | 71-разная степень по- ражения | – |

Окончание таблицы 3.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----|---------------|--|--------|-----|---|-----------------------------------|---|-------------------------------------|
| 30 | 11.8. 1989 | Склад жидкого хлора Сев. водопровода г. Хабаровска | хлор | 0,1 | Взрыв контейнера с хлором | Территория склада в г. Хабаровске | 70-разная степень поражения | – |
| 31 | 5.5. 1990 | г. Матансас (Куба) | аммиак | 150 | Разрушение цистерны с аммиаком в результате ж.д. катастрофы | Территория г. Матансас | 3- смертельно, 874-разная степень поражения | – |
| 32 | 8.6. 1991 | Ж.д. станция Бухара-1 (Узбекистан) | хлор | 5 | Взрыв контейнера с хлором | Территория ж.д. станции | 35-лёгкая и средняя степень поражения | Заражена территория радиусом 1,5 км |

3.4. Методы детерминированной оценки степени опасности химических объектов при прогнозировании последствий аварий

Прогнозирование и оценка химической обстановки на объектах, имеющих СДЯВ, проводятся с целью организации защиты людей, которые могут оказаться в очагах химического поражения.

Исходными данными для оценки химической обстановки являются: тип и количество СДЯВ, метеоусловия, характер местности и застройки на пути распространения зараженного воздуха, условия хранения и характер выброса ядовитых веществ, степень зараженности людей.

При оценке методом прогнозирования принимаются условия одновременного выброса всего запаса СДЯВ, имеющегося на объекте в единичной емкости при благоприятных для распространения зараженного воздуха условиях (инверсия, скорость ветра 1 м/с).

При авариях на объектах со СДЯВ оценка производится по фактически сложившейся обстановке, т.е. берутся реальное количество выброшенного СДЯВ и реальные метеоусловия.

Оценка химической обстановки включает: определение размеров зон химического заражения и очагов поражения; времени подхода зараженного воздуха к данной точке пространства; времени поражающего действия; возможных потерь людей в очаге поражения.

3.4.1. Зонирование территории химического заражения

В районе химического заражения выделяют зоны смертельной концентрации, тяжелых, средних и легких поражений (рис. 3.10).

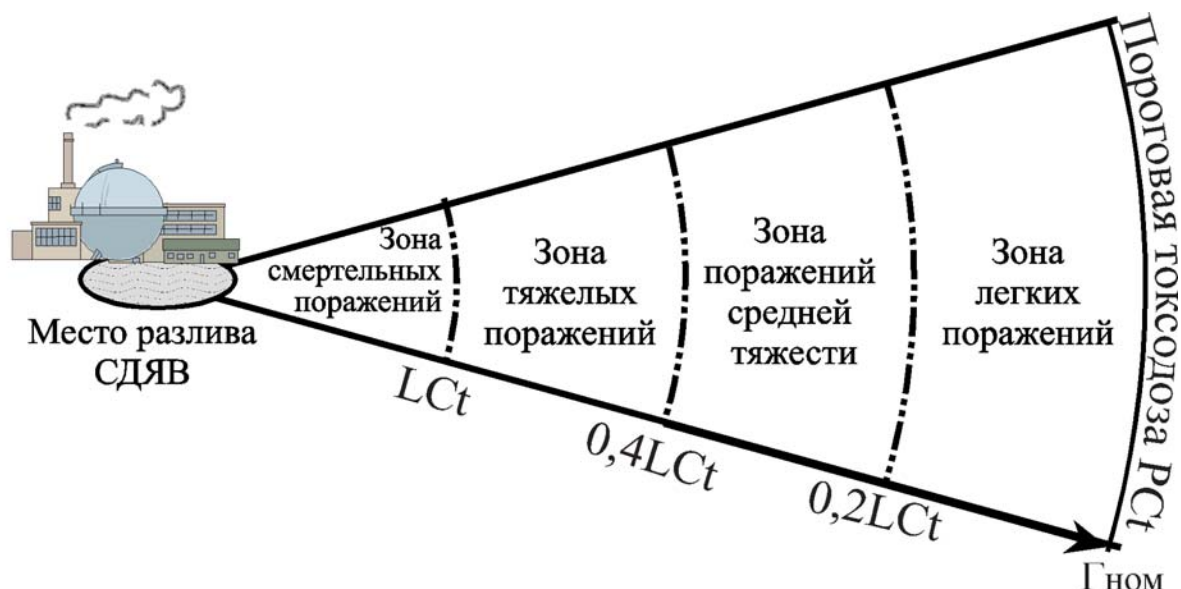


Рис. 3.10. Зона химического заражения

3.4.2. Определение глубины зоны химического заражения

Глубина (Γ) распространения ядовитого облака СДЯВ в поражающих концентрациях определяется по формуле:

$$\Gamma = \lambda \cdot K_M \left(\frac{Q_{\text{экв}}}{D_{\text{Cl}_2}} \right)^\Psi, \quad (3.2)$$

где λ, Ψ – коэффициенты, зависящие от скорости ветра;

K_M – коэффициент влияния местности;

Γ – глубина распространения ядовитого облака, км;

$Q_{\text{экв}}$ – эквивалентное количество СДЯВ, перешедшее в облако, т;

D_{Cl_2} – токсодоза хлора, мг·мин/л.

Для ядовитых жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды

$$Q_{\text{экв}} = (1 - \chi) K_V K_B K_T \frac{\sigma \cdot K_{\text{экв}} \cdot K_t \cdot G}{h \cdot \rho}. \quad (3.3)$$

Для сжиженных газов рассчитывается характеристический параметр В

$$B = \frac{(1 - \chi) \cdot \sigma \cdot K_V \cdot K_T}{\chi \cdot h \cdot \rho}, \quad (3.4)$$

а) если $B \leq 1$

$$Q_{\text{ЭКВ}} = \chi \cdot (K_{t1} + 0.5 \cdot B \cdot K_{t2}) \cdot K_B \cdot K_{\text{ЭКВ}} \cdot G, \quad (3.5)$$

б) если $B > 1$

$$Q_{\text{ЭКВ}} = \chi \cdot (0.5 \cdot K_{t1} + B \cdot K_{t2}) \cdot K_B \cdot K_{\text{ЭКВ}} \cdot G, \quad (3.6)$$

где G – количество выброшенного (разлившегося) при аварии СДЯВ, т;

χ – коэффициент, зависящий от условий хранения СДЯВ;

σ – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств СДЯВ;

K_V – коэффициент, учитывающий скорость ветра;

K_B – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы;

K_t – коэффициент, учитывающий температуру воздуха;

K_T – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после аварии;

$K_{\text{ЭКВ}}$ – коэффициент эквивалентности СДЯВ хлору;

ρ – плотность СДЯВ, т/м³;

h – толщина слоя жидкости СДЯВ, м.

Значения перечисленных коэффициентов даны в таблицах приложения.

Для сжатых газов

$$Q_{\text{ЭКВ}} = 0,01 \cdot \chi \cdot K_B \cdot K_{\text{ЭКВ}} \cdot P_{\text{абс.}} \cdot V_s \cdot \rho \frac{t_0}{t}, \quad (3.7)$$

где $P_{\text{абс.}}$ – абсолютное давление в емкости, кПа;

t, t_0 – соответственно температуры хранения вещества и температура окружающей среды, К;

V_s – объем резервуара хранения, м³.

3.4.3. Определение количества выброшенного при аварии СДЯВ

При оценке степени опасности химических объектов прогнозируются последствия максимальных проектных аварий (МПА).

Под МПА понимается авария, приводящая к полной разгерметизации единичной емкости хранения с выбросом всего СДЯВ в атмосферу.

При авариях на хранилищах сжиженного газа или жидкостей количество выброшенного вещества рассчитывается по формуле

$$G = f \cdot \rho \cdot n \cdot V_s, \quad (3.8)$$

где G – количество вещества, выброшенного при аварии, т;

f – коэффициент заполнения хранилища принимается равным 0.8;

n – доля СДЯВ, содержащегося в хранилище;

ρ – плотность СДЯВ, т/м³;

V_s – объем хранилища, м³.

3.4.4. Определение толщины слоя разлившихся СДЯВ

Толщина слоя жидкости для СДЯВ, разлившихся свободно на подстилающую поверхность, составляет $h = 0.05$ м.

Толщина слоя жидкости для СДЯВ, разлившихся в поддон или обвалование:

а) при разливе из емкости, имеющей самостоятельный поддон (обвалование), $h = (H - 0.2)$, где H – высота поддона (обвалования), м;

б) при разливе из емкостей, расположенных группой, имеющих общий поддон (обвалование)

$$h = \frac{G}{F \cdot \rho}, \quad (3.9)$$

где G – количество выброшенного СДЯВ, т;

ρ – плотность СДЯВ, т/м³;

F – реальная площадь разлива в поддон, м².

3.4.5. Определение коэффициента K_T

Предварительно рассчитывается продолжительность испарения СДЯВ, выброшенного в результате аварии

$$T_{\text{исп.}} = \frac{h \cdot \rho}{\sigma \cdot K_V \cdot K_t}, \quad (3.10)$$

а) если время, прошедшее после аварии, $T_A < T_{\text{исп}}$

$$K_T = T_A^{0.8}, \quad (3.11)$$

б) если $T_A \geq T_{\text{исп}}$.

$$K_T = T_{\text{исп}}^{0.8}. \quad (3.12)$$

Примечание 1: При прогнозировании очагов химического заражения время, прошедшее после аварии (T_A), принимается равным 4 часам. Это предельное время пребывания людей в зоне заражения и сохранения неизменных метеословий.

3.4.6. Определение площади зоны заражения

Площадь зоны фактического заражения определяется по формуле:

$$S_{\text{ф}} = K'_B \cdot T_A^{0.2} \cdot \Gamma_{\text{max}}^2, \text{ км}^2. \quad (3.13)$$

Ширина зоны заражения

$$Ш = 2K'_B \cdot T_A^{0.2} \cdot \Gamma_{\text{max}}, \text{ км}, \quad (3.14)$$

где Γ_{max} – глубина распространения ядовитых паров, рассчитанная по значению пороговой токсодозы РСт;

K'_B – табличный коэффициент, учитывающий вертикальную устойчивость атмосферы (табл.7 приложения).

Примечание 2: При прогнозировании очагов поражения площадь и ширина зоны поражения СДЯВ определяются по формулам:

$$S_{\text{Ф}} = 1.32 \cdot K'_B \cdot \Gamma_{\text{max}}^2, \text{ км}^2; \quad (3.15)$$

$$Ш = 2.64 \cdot K'_B \cdot \Gamma_{\text{max}}, \text{ км}. \quad (3.16)$$

3.4.7. Определение времени подхода облака к объекту

Время подхода облака СДЯВ к заданному объекту зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле:

$$T_L = \frac{L}{K_M \cdot V_n}, \quad (3.17)$$

где T_L – время подхода облака к объекту, расположенному на расстоянии L км от места аварии, ч;

V_n – скорость переноса ядовитого облака, км/ч (табл. 4 приложения);

K_M – коэффициент влияния местности на скорость распространения ядовитого облака.

3.4.8. Определение времени поражающего действия СДЯВ

Продолжительность поражающего действия СДЯВ ($T_{пор.}$) в заданной точке пространства определяется временем поступления газо- или парообразных веществ в атмосферу, т.е. временем испарения СДЯВ ($T_{исп.}$) и временем спада до безопасной концентрации ядовитых веществ после ухода газовой волны от данной точки:

$$T_{пор.} = \frac{h \cdot \rho}{\sigma \cdot K_v \cdot K_t} + \frac{1}{K_m \cdot V_n}, \quad (3.18)$$

где V_n – скорость переноса ядовитого облака, км/ч (табл. 4 приложения).

3.5. Прогнозирование и оценка числа пораженных в зонах химического заражения

Возможные потери населения и производственного персонала в очаге поражения зависят:

- от плотности населения (чел./км²) на территории очага;
- от токсичности СДЯВ и глубины его распространения с учетом влияния топографических особенностей местности;
- от степени защищенности населения с учетом времени суток и своевременности его оповещения об опасности;
- от метеорологических условий (скорости ветра, степени вертикальной устойчивости воздуха, температуры окружающей среды) и др.

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_j(N) = N_j^r \left(\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{K_{заш. i}} \right) + N_j^c \left(\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{K_{заш. i}} \right), \\ j = \overline{1, m} \end{array} \right. \quad (3.19)$$

где $Z_j(N)$ – число пораженных в j -й зоне поражения;

m – число зон поражения;

n – число степеней защиты;

N_j^r – численность городского населения в j -й зоне поражения;

N_j^c – численность сельского населения в j -й зоне поражения;

q_i – доля людей с i -й степенью защиты в зависимости от времени суток;

$K_{заш. i}$ – коэффициент защиты i -го сооружения с учетом времени, прошедшего после аварии.

3.5.1. Построение зоны химического заражения на топографической карте

По формуле (3.1) для пороговой токсодозы $D_{Cl_2} = PCt_{Cl_2}$ рассчитывается номинальная глубина распространения ядовитого облака $\Gamma_{ном}$.

Определяется центральный угол сектора, в качестве которого рассматривается зона химического заражения (ЗХЗ)

$$\alpha = 114,6 \cdot K'_B \cdot T_A^{0,2}, \quad (3.20)$$

где K'_B – табличный коэффициент, учитывающий вертикальную устойчивость атмосферы (табл.7 приложения);

T_A – время, прошедшее после аварии, ч.

Примечание 3: При прогнозировании зон возможного химического заражения при гипотетической аварии на ХОО $T_A=4$ часам (см. примечание 1).

Тогда угол α будет определяться по следующему выражению:

$$\alpha = 151,2 \cdot K'_B. \quad (3.21)$$

На карту промышленного региона с соблюдением масштаба наносится зона химического заражения (сектор радиусом $\Gamma_{ном}$ и с центральным углом α). Направление размещения сектора определяется направлением реального ветра в приземном слое атмосферы (рис. 3.11)

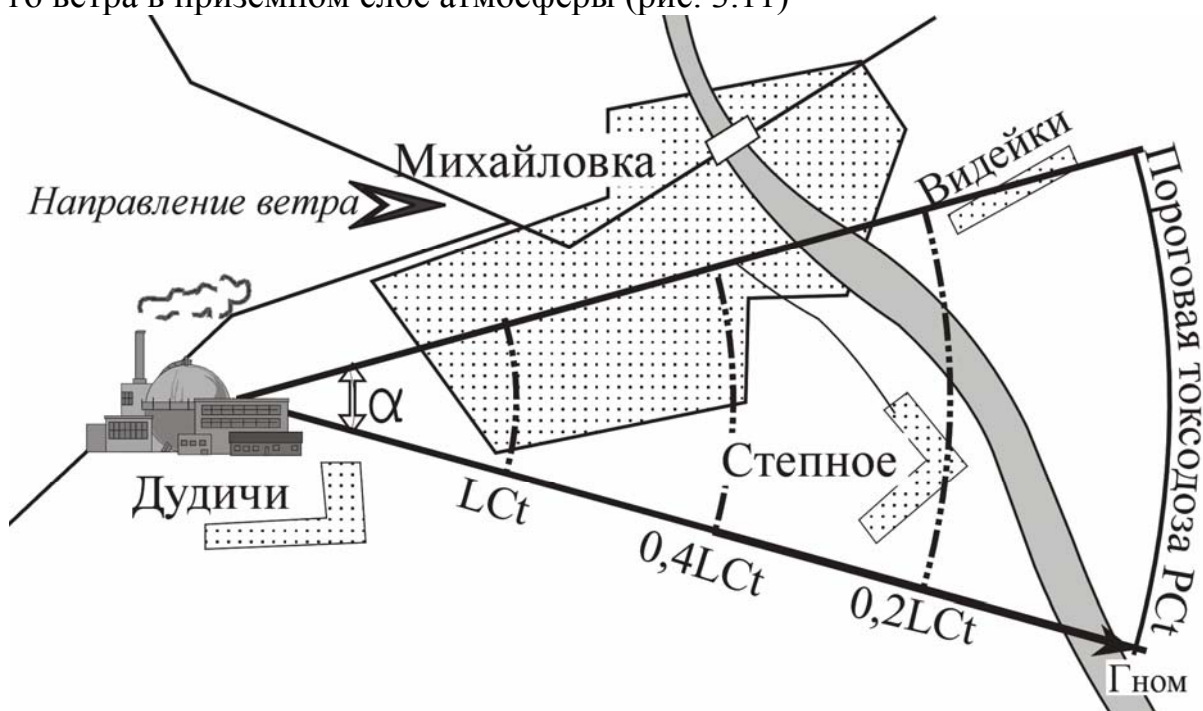


Рис. 3.11. Нанесение зоны химического заражения на топографическую карту промышленного района

Примечание 4: При прогнозировании степени опасности объекта зона химического заражения размещается на карте так, чтобы в пределах сектора оказалось максимальное количество населенных пунктов и жилых массивов крупных городов с наиболее высокой плотностью населения.

В зоне химического заражения выделяют четыре зоны поражения. Для этого в уравнении (3.2) значение токсодозы соответственно принимается равным: LCt_{Cl_2} ; $0.4LCt_{Cl_2}$; $0.2LCt_{Cl_2}$; PCt_{Cl_2} .

Примечание 5: Летальная токсодоза для хлора (LCt_{Cl_2}) равна 6 мг.мин/л.

По числу людей, попадающих в ту или иную зону поражения, оценивается ожидаемое число пораженных с соответствующей степенью тяжести.

3.6. Защита населения от сильнодействующих ядовитых веществ

3.6.1. Основы защиты населения

Защита населения от СДЯВ представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, проводимых с целью исключения или максимального снижения числа пострадавших от воздействия ядовитых веществ на людей в чрезвычайных ситуациях, вызванных авариями на ХОО.

В обеспечение организации надёжной защиты населения положены два основных принципа:

первый – заблаговременность подготовки органов управления, сил и средств РСЧС и населения к действиям в очаге химического поражения;

второй – дифференцированный подход к выбору способов защиты и мероприятий, их обеспечивающих, с учётом степени потенциальной опасности проживания людей на территории Российской Федерации.

Заблаговременная подготовка включает, прежде всего, мероприятия по предупреждению возможных аварий на ХОО организационного и инженерно-технического характера, направленных на выявление и устранение причин аварий и максимальное снижение возможных разрушений и потерь, включая создание условий для своевременного проведения локализации и ликвидации возможных последствий аварий. Кроме того, решающее значение для защиты населения от СДЯВ имеют:

подготовка диспетчерских служб ХОО, создание и функционирование локальных автоматизированных систем контроля химического заражения и оповещения населения о химической опасности;

накопление и организация хранения средств индивидуальной защиты по месту пребывания людей в готовности к использованию в экстремальных условиях;

подготовка, там, где это необходимо, защитных сооружений ГО, жилых и производственных зданий к защите людей от СДЯВ;

определение и рекогносцировка районов временного размещения эвакуируемого из городов населения в случае возникновения крупной химической аварии;

подготовка и поддержание в готовности сил РСЧС к ликвидации последствий аварийных выбросов СДЯВ и оказание помощи пострадавшим;
подготовка органов управления РСЧС и населения к действиям в чрезвычайных ситуациях.

Дифференцированный подход выражается в том, что конкретные способы и мероприятия по защите населения устанавливаются на основании прогнозирования возможной обстановки, которая может сложиться в результате аварии на ХОО, и анализа наличия времени, сил и средств для осуществления этих способов и мероприятий.

Основными способами защиты населения от СДЯВ являются: использование средств индивидуальной защиты органов дыхания; использование защитных сооружений ГО; временное укрытие населения в жилых и производственных зданиях и эвакуация населения из зон возможного заражения.

Каждый из перечисленных способов может использоваться в конкретно сложившейся обстановке либо самостоятельно, либо в сочетании с другими способами.

Особого внимания заслуживает защита населения с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания, как наиболее эффективного способа защиты в реальных условиях заражения окружающей среды СДЯВ. Этот способ находит широкое применение на химических производствах для защиты производственного персонала. По мере накопления средств индивидуальной защиты в ближайшие годы он найдет также широкое применение и для защиты населения, проживающего вблизи ХОО.

Укрытие людей в защитных сооружениях ГО позволяет обеспечить более высокий уровень защиты населения. Однако в условиях мирного времени этот способ находит весьма ограниченное применение, поскольку постоянное поддержание защитных сооружений в готовности к приему людей в экстремальных условиях требует значительных финансовых затрат.

Проведенные специалистами исследования показали, что жилые и производственные здания могут обеспечивать защиту людей от первичного и в течение некоторого времени от вторичного облака зараженного воздуха. Поэтому жилые и производственные здания в отсутствие возможности применения других способов защиты могут использоваться для временного укрытия людей в условиях чрезвычайных ситуаций. При этом следует иметь в виду, что чем меньше коэффициент воздухообмена внутреннего помещения, тем выше его защитные свойства. Жилые и служебные помещения имеют более высокий коэффициент защиты по сравнению с помещениями производственных зданий. На эффективность использования данного способа существенное значение оказывает этажность городской застройки.

Эвакуация городского населения организуется комиссиями по чрезвычайным ситуациям на основании прогнозирования возможной химической обстановки. Она может производиться с использованием автомобильного транспорта и пешим порядком. Маршруты для эвакуации выбираются с учетом метеорологических условий, особенностей местности и складывающейся химической обстановки. Эффективность защиты населения может быть достигнута лишь в том случае, если эвакуация проходит до подхода облака зараженного воздуха. В противном случае пребывание людей открыто на местности в условиях заражения воздуха парами СДЯВ может усугубить последствия.

Определяющее воздействие на выбор способа защиты оказывает удаление мест пребывания людей (жилых кварталов, населенных пунктов и т.п.) от места аварии. При значительном удалении, безусловно, основным способом защиты будет эвакуация людей. Другие способы защиты вообще могут не потребоваться. Вместе с тем, на практике будут чаще встречаться случаи, в которых необходимо сочетание различных способов защиты населения. Например, нет возможности непосредственно после аварии эвакуировать людей из зоны химического заражения. В этом случае определенное время им следует находиться в герметизированных помещениях, при необходимости используя подручные средства индивидуальной защиты органов дыхания. Затем, если в этом есть крайняя необходимость, организуется вывоз людей из зараженной зоны. Производственный персонал работающей смены, используя как подготовленные помещения (с герметизацией), так и специальные промышленные противогазы, действует согласно инструкции, разработанной для данного производства.

Изложенные выше способы защиты населения при авариях на ХОО дают положительный результат только при своевременном проведении ряда мероприятий, обеспечивающих действенность защиты от СДЯВ. Этими мероприятиями являются: прогнозирование и оценка химической обстановки; оповещение населения об угрозе поражения СДЯВ; разведка очага поражения и прилегающих к нему районов; оказание медицинской помощи пострадавшим; локализация и тушение пожаров в очаге химического поражения; ликвидация последствий химического поражения; инженерно-технические мероприятия, направленные на снижение возможных последствий аварий и др.

3.6.2. Использование средств индивидуальной защиты

К фильтрующим СИЗОД относят противогазы и респираторы. Они предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от находящихся в окружающем воздухе в газообразном, парообразном и аэрозольном состояниях СДЯВ.

Принцип защитного действия фильтрующих средств индивидуальной защиты основан на очистке вдыхаемого воздуха от различных вредных примесей за счет фильтрации и поглощения.

В настоящее время для защиты населения от СДЯВ при авариях на ХОО применяются малогабаритные гражданские противогазы ГП-5 (ГП-7), ГДФ-2Ш (2Д) с дополнительными патронами ДПГ-1 и ДПГ-3. Дополнительные патроны используются в комплекте с гражданскими противогазами и предназначены для защиты органов дыхания взрослого и детского населения (от 1,5 лет и старше) от СДЯВ; ДПГ-3 от аммиака, диметиламина, сероуглерода, хлора, сероводорода, водорода хлористого, этилмеркаптана, водорода цианистого; ДПГ-1, кроме того, от двуокиси азота, окиси этилена, окиси углерода и метила хлористого. Время защитного действия противогазовых коробок ГП-5, ГП-7 и в комплекте с дополнительными патронами ДПГ-1, ДПГ-3 приведено в табл.3.5.

Таблица 3.5.

Защитные свойства фильтрующих СИЗОД от СДЯВ

| Наименование СДЯВ | Исходная концентрация, мг/л | Время защитного действия, мин | | |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------|
| | | ГП-5, ГП-7 | ГП-5, ГП-7+ДПГ-1 | ГП-5, ГП-7+ДПГ-3 |
| Аммиак | 2,3 | | 60,0 | 80,0 |
| | 5,0 | Защита отсутствует | 30,0 | 60,0 |
| Диметиламин | 5,0 | Защита отсутствует | 60,0 | 80,0 |
| Хлор | 5,0 | 40,0 | 60,0 | 100,0 |
| Сероводород | 10,0 | 25,0 | 50,0 | 50,0 |
| Соляная кислота | 5,0 | 20,0 | 30,0 | 30,0 |
| Двуокись азота | 1,0 | Защита отсутствует | 30,0 | Защита отсутствует |
| Окись этилена | 1,0 | Защита отсутствует | 25,0 | Защита отсутствует |
| Метил хлористый | 0,5 | Защита отсутствует | 35,0 | Защита отсутствует |
| Этил меркаптан | 5,0 | 40,0 | 120,0 | 120,0 |
| Окись углерода | 3,0 | Защита отсутствует | 40,0 | Защита отсутствует |

Примечания: 1. Время защитного действия дано для скорости воздушного потока 30 л/мин, относительной влажности воздуха 75% и температуры окружающей среды от -30°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

2. Для детских противогазов время защитного действия по СДЯВ (при скорости воздушного потока 15 л/мин) составит примерно в два раза больше указанного в таблице.

При использовании коробок ГП-7К (ГП-5) с дополнительными патронами ДПГ-1, ДПГ-3 необходимо помнить, что их время защитного действия в условиях высоких концентраций СДЯВ (более 10 мг/л) ограничено.

Для поглощения СДЯВ в патроне ДПГ-1 используются два слоя шихты: специальный поглотитель и гопкалит; в ДПГ-3 – один слой поглотителя.

Защита органов дыхания, лица и глаз человека от СДЯВ, работающего на ХОО, может осуществляться с помощью фильтрующих промышленных противогазов, которые имеют строгую направленность (избирательность) и предназначены для поглощения конкретных ядовитых веществ. В комплект промышленного противогаза входит лицевая часть в виде шлем – маски, коробка разной марки и соединительная трубка. Коробки промышленных противогазов в соответствии с назначением различаются цветной окраской и маркировкой. Они выпускаются большого и малого габарита, с противоаэрозольным фильтром и без него.

Для защиты от СДЯВ (паров, газов и аэрозолей) могут быть использованы промышленные противогазы с противоаэрозольным фильтром (ПАФ).

Назначение коробок промышленных противогазов приведено в табл.3.6.

Таблица 3.6.

Назначение коробок промышленных противогазов

| Марка коробки | Цвет коробок | Вещества, от которых защищает коробка |
|---------------|--------------|---|
| А | Коричневый | Фосфор - и галогенорганические |
| В | Желтый | Кислые газы и пары |
| КД | Серый | Аммиак, сероводород, их смесь |
| БКФ | Защитный | Водород мышьяковистый, водород фосфористый |
| М | Красный | Окись углерода, водород мышьяковистый, водород фосфористый, сероводород, органические вещества, аммиак, кислые газы |
| СО | Серый | Окись углерода |

Шихта промышленных противогазов обладает определенной защитой только по конкретным СДЯВ, поэтому коробки должны использоваться в соответствии с их прямым предназначением.

3.6.3. Защитные свойства жилых и производственных помещений от воздействия СДЯВ

Непредсказуемость и внезапность аварий на ХОО, высокая скорость формирования и распространения облака зараженного воздуха затрудняют своевременную эвакуацию населения из жилых кварталов, попадающих в зону возможного химического заражения, и обеспечение его средствами индивидуальной защиты. В этих условиях для защиты населения от СДЯВ следует использовать временное укрытие людей в жилых и производственных зданиях с последующей эвакуацией, если в этом будет необходимость.

В целях снижения поражающего действия СДЯВ на людей, находящихся в зданиях и сооружениях, целесообразно использовать имеющиеся бытовые и подручные средства для дополнительной герметизации помещений. Этим достигается уменьшение проникновения наружного воздуха внутрь помещений.

По своему функциональному назначению здания подразделяются на жилые, промышленные, общественные здания культурно-бытового и административного назначения.

Совокупность факторов и явлений, определяющих общий процесс обмена воздуха между всеми помещениями зданий и наружным воздухом, включающий перемещение воздуха внутри помещений, движение воздуха через ограждения, проемы, каналы и воздуховоды, и обтекание зданий потоком воздуха называется воздушным режимом зданий. Воздушный режим в большей мере зависит от воздухопроницаемости наружных и внутренних ограждений. Интенсивность фильтрации наружного воздуха зависит от разности давлений внутри и снаружи здания, и проницаемости его конструкций.

Защитные свойства различного рода укрытий от попадания внутрь их вредных примесей принято оценивать коэффициентом проникания $K_{\text{защ}}$, показывающим во сколько раз концентрация вредных веществ внутри помещения меньше концентрации этих веществ в наружном воздухе.

В промышленности и в бытовой практике герметичность внутренних помещений зданий характеризуется кратностью воздухообмена (K), представляющей собой отношение массового расхода инфильтрационного воздуха к массе воздуха, находящейся в помещении за тот же промежуток времени. Кратность воздухообмена зависит от температуры окружающего воздуха, этажности зданий, объемно-планировочных решений внутренних помещений и характеристик системы вентиляции. Помещения зданий и сооружений по условиям их воздухообмена с окружающей средой подразделяются на три группы:

◆ первая - помещения с естественной вентиляцией, обладающие высокой герметичностью ($K=0,015 \div 0,9$ - помещения, оборудованные под убе-

жища, спальни и “темные комнаты” квартир, некоторые помещения административных зданий);

- ♦ вторая - помещения с естественной вентиляцией, обладающие низкой герметичностью ($K=1,0\div 4,0$ - кухни, туалетные и ваннные комнаты жилых квартир, магазины, школы, сады);

- ♦ третья - помещения, оборудованные системой вентиляции с механическим приводом без средств очистки воздуха ($K=5,0\div 10,0$ - производственные цеха, лаборатории учреждений, некоторые помещения для проведения крупных зрелищных и культурно-массовых мероприятий).

При авариях на ХОО, концентрация СДЯВ в наружном воздухе зависит от ряда факторов: мощности выброса, высоты выброса, скорости ветра, расстояния от источника выброса и физико-химических свойств СДЯВ. Количество проникшего СДЯВ с атмосферным воздухом в здания и сооружения зависит от концентрации СДЯВ в наружном воздухе, состояния атмосферы, герметичности конструкций, объемно-планировочных решений, характеристик систем вентиляции и герметизации здания, а также ориентации здания по отношению к направлению ветрового потока. Попадание паров и аэрозолей СДЯВ в здания и сооружения через неплотности конструкционных материалов происходит под действием разности давлений воздуха внутри и снаружи помещений. Разность давлений может появляться вследствие действия ветра, разности температур внутри и снаружи помещений, а также при работе систем приточно-вытяжной вентиляции.

Важно отметить, что концентрация СДЯВ в помещениях многоэтажных зданий будет существенно различаться по этажам особенно в зимнее время года. На практике это означает, что в случае аварии на ХОО зимой, наибольшее количество зараженного воздуха будет поступать в помещения первых этажей зданий. Более высокая защита будет обеспечиваться на верхних этажах. В летних условиях (для СДЯВ, которые по удельному весу легче воздуха и имеют низкую температуру кипения: аммиак, сероводород, формальдегид, метил хлористый) концентрация их в помещениях увеличивается по этажам и достигает максимума на верхних этажах. При выбросах в атмосферу тяжелых СДЯВ (хлор, фосген, сернистый ангидрид и т.п.) - на нижних этажах высотных зданий.

Эти особенности необходимо учитывать при нахождении людей внутри зданий. Необходимо помнить, что покидать здания в период формирования зоны химического заражения и в условиях устойчивого заражения окружающего воздуха опасно для здоровья.

Концентрация СДЯВ во внутренних помещениях зданий и сооружений (C_i) рассчитывается по формуле:

$$C_t = C_H \cdot \frac{K_{\Pi}}{K_B} \cdot [1 - \exp(-K_B \cdot t)], \quad (3.22)$$

где C_H - концентрация СДЯВ в наружном воздухе;

K_{Π} , K_B - кратности воздухообмена помещения с окружающей средой на притоке и вытяжке, характеризующиеся соответственно отношением объема приточной (L_{Π}) или вытяжной вентиляции (L_B) к внутреннему объему помещения (V);

t - продолжительность воздействия СДЯВ.

Используя формулу (3.22), может быть решена обратная задача, т.е. найдено время, в течение которого будет накоплена заданная концентрация ($C_{зад}$) внутри помещения.

Формула для расчета времени накопления заданной концентрации может быть представлена в виде:

$$t_{C_t \leq C_{зад}} = \frac{1}{K_B} \cdot \ln \frac{1}{1 - \frac{K_B}{K_{\Pi}} \cdot \frac{C_{зад}}{C_H}} \quad (3.23)$$

Концентрация СДЯВ в помещениях увеличивается со временем воздействия облака СДЯВ на здания.

Требуемую степень герметичности помещений, оцениваемую кратностью воздухообмена, при различных длительностях воздействия на здания облака зараженного воздуха и наружной концентрации СДЯВ, можно определить по табл.3.7.

Данные табл.3.7 показывают, что для снижения опасности поражения ядовитыми веществами людей, находящихся в зданиях и сооружениях, необходимо принять экстренные меры по герметизации помещений, которые позволяют существенно снизить кратность их воздухообмена с окружающей средой, содержащей пары и аэрозоли СДЯВ.

Таблица 3.7

Кратность воздухообмена помещений для безопасного пребывания людей

| C_H /ПДК | Кратность воздухообмена в зависимости от длительности воздействия облака СДЯВ на здание, ч | | | | |
|------------|--|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 5,0 | 10 |
| 10 | 1 | 0,2 | 0,1 | $2 \cdot 10^{-2}$ | 10^{-2} |
| 100 | 0,1 | $2 \cdot 10^{-2}$ | 10^{-2} | $2 \cdot 10^{-3}$ | 10^{-3} |
| 1000 | 10^{-2} | $2 \cdot 10^{-3}$ | 10^{-3} | $2 \cdot 10^{-4}$ | 10^{-4} |
| 10000 | 10^{-3} | $2 \cdot 10^{-4}$ | 10^{-4} | $2 \cdot 10^{-5}$ | 10^{-5} |

При нахождении людей в производственных зданиях в первую очередь следует отключить приточную вентиляцию. Если неизвестно какое СДЯВ находится в атмосфере, необходимо отключить в зданиях бытовые электронагревательные приборы и газовые плиты, т.к. некоторые смеси СДЯВ с воздухом горючи и взрывоопасны (аммиак, акролеин, диметиламин, гидразин, нитрил акриловой кислоты, окислы азота, окись этилена, водород цианистый, сероуглерод, метил хлористый, этилен сульфид).

Герметизацию помещений рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- ◆ закрыть входные двери, окна (в первую очередь - с наветренной стороны);
- ◆ заклеить (закрыть задвижки) вентиляционные отверстия плотным материалом или бумагой;
- ◆ двери уплотнить влажными материалами (мокрой простыней, одеялом и т.п.);
- ◆ неплотности оконных проемов заклеить изнутри липкой лентой (пластырем, бумагой) или уплотнить подручными материалами (ватой, поролоном, мягким шнуром и т.п.).

При наличии возможности для укрытия следует использовать помещения, расположенные с подветренной стороны здания и не имеющие наружных стен, при этом плотно закрыв за собой дверь и занавесив ее влажным материалом (простыню, одеялом). При перемещении по этажам не рекомендуется пользоваться лифтом.

Для дополнительной защиты органов дыхания от паров хлора можно использовать ватно-марлевую повязку (носовой платок и т.п.), смоченную в двухпроцентном растворе питьевой соды, а от паров аммиака - в пятипроцентном растворе уксусной (лимонной) кислоты.

При появлении в помещении резких посторонних запахов необходимо смочить соответствующим раствором заранее приготовленную ватно-марлевую повязку (носовой платок, полотенце и т.п.) и, закрыв при этом одновременно рот и нос, дышать через нее. В случаях, когда под рукой не оказалось соды и рекомендованных кислот, ватно-марлевую повязку необходимо смочить водой. Такие простейшие средства защиты органов дыхания могут использоваться при необходимости увеличения сроков пребывания людей внутри помещений и на период их эвакуации из зоны заражения.

При прохождении облака СДЯВ (снижение резкости запаха, слезотечение, боли в глазах) или при получении сигнала об этом по радиосети, громкоговорителю, или от соседей необходимо открыть окна, двери и проветрить помещения. Дальнейшее пребывание людей менее опасно в проветренных комнатах. При наличии в многоэтажных зданиях балконов и лоджий с наветренной стороны, людям целесообразно переместиться на

них после прохождения облака СДЯВ, а малоэтажные здания (1÷3 этажа) - покинуть и находиться на улице.

Изложенные выше порядок и последовательность принятия защитных мер при временном укрытии населения от СДЯВ в жилых и производственных зданиях могут различаться в зависимости от места размещения укрытия относительно источника заражения, токсических и физико-химических свойств ядовитого вещества, а также характера жилой и производственной застройки.

Эти особенности необходимо учитывать при разработке планов и рекомендаций по защите населения от СДЯВ в условиях чрезвычайных ситуаций.

3.6.4. Эвакуация населения из зон возможного заражения

Эвакуация - это комплекс мероприятий по организованному выводу (вывозу) населения из зон возможного заражения и жизнеобеспечению его в местах временного расселения.

Эвакуация населения может проводиться либо при угрозе возникновения очага химического поражения, либо в условиях чрезвычайных ситуаций непосредственно из зоны заражения.

В первом случае проводится упреждающая эвакуация населения из опасных районов. Основанием для ее проведения является краткосрочный прогноз возникновения чрезвычайной ситуации, который выдается на период от нескольких десятков минут до нескольких часов и уточняется в течение этого срока.

Во втором случае, при возникновении чрезвычайной ситуации, проводится экстренная эвакуация населения из зон заражения. Вывоз или выход населения из этих зон должны осуществляться в минимальные сроки до начала воздействия на людей поражающих факторов (средних пороговых токсодоз). Эти сроки могут составлять от нескольких минут до нескольких часов в исключительных случаях. Вывод населения из зон возможного заражения при экстренной эвакуации может завершаться и в условиях воздействия на людей поражающих факторов.

В зависимости от масштабов возможного заражения проводится локальная или местная эвакуация.

Локальная эвакуация проводится в случае, если зона возможного заражения ограничена пределами отдельных городских микрорайонов или сельских населенных пунктов. При этом численность подлежащего эвакуации населения обычно составляет от нескольких десятков до нескольких тысяч человек и, как правило, оно размещается в близлежащих населенных пунктах и не пострадавших районах города.

Местная эвакуация проводится в случае, если в зону возможного заражения попадают средние города, отдельные районы крупных городов, сельские районы. При этом численность подлежащего эвакуации населения может составлять от нескольких тысяч до сотен тысяч человек, а раз-

мещаться население должно в более удаленных безопасных районах пострадавшей или соседней области (крае, республике).

Упреждающая эвакуация предусматривает вывоз (вывод) людей из круговой зоны, прилегающей к ХОО. Радиус зоны принимается равным глубине зоны возможного химического заражения, определяемой в зависимости от типа и объема используемого и хранимого на предприятии СДЯВ, а также других факторов, влияющих на глубину распространения вещества.

Упреждающая эвакуация может быть общей или частичной. Общая упреждающая эвакуация планируется в многовариантной зависимости от вероятных направлений ветра и особенностей расселения населения. При этом каждый вариант плана предусматривает эвакуацию в пределах круговой зоны вокруг ХОО с радиусом 1,5-2,0 км и соответствующем секторе. Сектор - это участок зоны планирования эвакуации, подвергающийся химическому заражению при определенном направлении ветра. Для каждого варианта рассматривается самостоятельный план. Частичная эвакуация может проводиться в двух соседних (ближайших) секторах в радиусе 5 км от объекта.

Экстренная эвакуация планируется:

- ◆ из районов, прилегающих к ХОО в круговой зоне, радиус которой равен глубине зоны возможного заражения;
- ◆ из районов, прилегающих к трассам магистральных трубопроводов, по которым ведется перекачка СДЯВ - в полосе вдоль трубопровода, ширина которой равна глубине зоны возможного заражения, определяемой по объему максимального возможного выброса и разлива перекачиваемых продуктов;
- ◆ из районов, прилегающим к железнодорожным магистралям, по которым осуществляются интенсивные перевозки СДЯВ - в полосе вдоль дороги, ширина которой равна глубине зоны возможного заражения для наиболее опасного из перевозимых СДЯВ.

Зона планирования и зона проведения экстренной эвакуации состоят из двух частей. Во внутренней части - в ближней зоне экстренной эвакуации - из-за малых значений времени подхода переднего фронта зараженного облака отсутствует возможность организации эвакуации с помощью транспорта. В этом случае эвакуация населения планируется и проводится путем организации самостоятельного выхода населения из опасной зоны после получения сигнала об аварии. При оповещении населения сообщается направление движения (конечный пункт движения), а также, если это возможно, время, которое имеется в его распоряжении до прихода облака зараженного воздуха.

Внутри ближней зоны экстренной эвакуации может образоваться участок, с которого население не успеет выйти до прихода облака зараженного воздуха. В этом случае необходимо проведение дополнительных меро-

приятий по защите населения (укрытие в защитных сооружениях с тремя режимами вентиляции, применение средств индивидуальной защиты и т.д.).

В наружной части зоны экстренной эвакуации (дальней зоне экстренной эвакуации) эвакуация населения планируется и проводится путем вывоза на автомобильном и железнодорожном транспорте. Удаление границы дальней зоны экстренной эвакуации от места аварии определяется из сопоставления затрат времени на подачу транспорта для эвакуации и проведения самой эвакуации и времени подхода облака зараженного воздуха в данный населенный пункт.

При определении потребной провозной способности транспорта необходимо учитывать, что часть населения, проживающего в ближней зоне эвакуации, успеет перейти в дальнюю зону и должна быть эвакуирована на транспорте.

Основанием для принятия решения на упреждающую эвакуацию является ситуация на ХОО, обуславливающая возможность возникновения аварии с выбросом (проливом) в атмосферу СДЯВ (пожар, нарушение технологии, разгерметизация хранилища и т.п.). Основанием для принятия решения на экстренную эвакуацию является факт выброса (пролива) СДЯВ. Планы эвакуации на случай возможной реализации чрезвычайной ситуации разрабатываются заблаговременно.

3.6.5. Средства медицинской защиты

В ряду значимых медицинских средств от СДЯВ стоит применение антидотов, которые могут снизить как летальность, так и степень интоксикации, а зачастую снять отдаленные последствия отравления веществами.

При взаимодействии с веществом антидоты обезвреживают его в организме, либо предупреждают и устраняют токсические эффекты.

Применение антидотов во многих случаях позволяет спасти жизнь пораженного даже тогда, когда в организм проникли дозы СДЯВ, превышающие смертельную. Кроме того, антидоты могут быть использованы для профилактических целей, например, для людей, работающих в очаге поражения СДЯВ.

При чрезвычайном происшествии на ХОО характерны острые отравления (при одновременном поступлении в организм относительно больших количеств СДЯВ), которые характеризуются внезапным началом, бурным течением и возможностью развития смертельного исхода в ближайшие часы, сутки после отравления. В этих условиях решающее значение имеют мероприятия по оказанию первой медицинской помощи, направленные на быстрое удаление вещества из организма, прекращения их токсического действия с помощью специфически и не специфически действующих медикаментозных средств.

Многообразие СДЯВ со значительными химическими свойствами, их токсическое воздействие на человека не позволяют иметь антитоды к каждому веществу. Поэтому разработаны в большей степени групповые антитоды для СДЯВ (по общности патогенетических механизмов и клинических проявлений отравлений).

В табл.3.8 приведен перечень важнейших антитодов, которыми можно пользоваться при отравлении группами СДЯВ и отдельными веществами.

Профилактическое введение антитодных препаратов, как правило, дает надежный защитный эффект, предупреждает гибель при проникновении в организм даже значительных количеств сильнодействующих ядовитых веществ.

Кроме профилактического введения антитодных препаратов, оказание экстренной (первой) медицинской помощи в очаге химического заражения может свести к минимуму число пострадавших и летальность исходов.

Первая медицинская помощь при поражении наиболее распространенными СДЯВ приведена в табл.3.9.

Таблица 3.8

Перечень антитодных средств при отравлении СДЯВ

| Наименование антитоды | Наименование СДЯВ (группа СДЯВ) |
|--|--|
| Цистеин | Метил бромистый |
| Макантин (антарсин) | Водород мышьяковистый |
| Хромосмон | Цианиды (водород цианистый, хлорциан), сероводород |
| Ацетат меди, уксусно-медная соль | Сероуглерод |
| Ниридоксин гидрохлорид | НДМГ (гептил) |
| Цистеин, ацетилцистеин | Хлорциан, ацетонциангидрид, ацетонитрил, нитрил акриловой кислоты, метил бромистый |
| Амилнитрит (изоамиловый эфир азотистой кислоты), унитиол | Цианиды (водород цианистый, хлорциан) |
| Пропил нитрит | Этилен сульфид |
| Соединения кобальта | Цианиды, окись углерода |
| Аммиак | Формальдегид |
| Кислород, карболен | СДЯВ раздражающего действия, окись углерода |
| Кальция хлорид, кальция глюконат | Фтор |

Таблица 3.9

Первая помощь при поражении СДЯВ

| № пп | Наименование СДЯВ | Первые признаки поражения | Первая помощь |
|------|----------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Акролеин | Раздражение слизистых и кожи. Кашель, рвота, слабость, головокружение, першение в горле | Дать теплое питье, слизистые промыть 2%-ным раствором борной кислоты или водой (промыть не менее 15 минут). Дать кислород. Желудок промыть водой через зонд |
| 2 | Аммиак | Раздражение слизистых и кожи, насморк, кашель, удушье, учащенное сердцебиение, покраснение и зуд кожи, резь в глазах | Дать увлажненный кислород, пары уксусной кислоты. Кожу и слизистые промыть водой и 2%-ным раствором борной кислоты. В глаза закапать 2-3 капли 30%-ного раствора альбумида, в нос - теплое растительное масло |
| 3 | Ацетонитрил | Раздражение слизистой и кожи. Головная боль, слабость, тошнота, одышка. При соприкосновении - ожоги | При затрудненном дыхании дать кислород. Слизистые промыть водой. Через каждые 2-3 минуты вдыхать в течение 15-30 секунд пары амилнитрита |
| 4 | Ацетонциангидрин | Головная боль, сердцебиение, тошнота, рвота, потеря сознания, судороги. Нарушение дыхания. | Кожу и слизистые промыть водой. Дать увлажненный кислород. Покой, тепло, промывание желудка теплой водой с активированным углем, внутрь теплое молоко |
| 5 | Водородмышьяковистый | Слабость, головокружение, головная боль, стесненное дыхание, чувство холода, тошнота. Рвота, цианоз | Полный покой. Дать кислород. Кровоопускание в начальный период (250-300 мл). Антидотом является меркапид |
| 6 | Водородфтористый | Раздражение слизистых, сухость во рту, носоглотке, кашель, удушье, тошнота, рвота. Покраснение и зуд кожи | Слизистые и кожу промыть большим количеством воды. Кожу смазать кремом. В глаза 2-3 капли 30%-ного раствора альбумида |

Продолжение таблицы 3.9

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|-------------------|--|--|
| 7 | Водород хлористый | Раздражение слизистых, сухость во рту, кашель, удушье, тошнота, рвота. Покраснение и зуд кожи | Слизистые и кожу промыть большим количеством воды. Кожу смазать кремом. В глаза 2-3 капли 30%-ного раствора альбуцида. Дать кислород, при кашле - кодеин |
| 8 | Водород бромистый | Кашель, затрудненное дыхание. Удушье, тошнота, боль в желудке и пищеводе, слезотечение | Слизистые и кожу промыть большим количеством воды, 2%-ным раствором соды. Тепло, покой |
| 9 | Водород цианистый | Онемение языка, металлический привкус во рту, ослабление дыхания, судороги, потеря сознания | Под маску - противоядие - 5-8 капель амилнитрита. Покой, тепло |
| 10 | Диметиламин | Затрудненное дыхание, слабость, тошнота, сердцебиение, насморк, кашель, резь в глазах, слезотечение | Покой, тепло, кожу и слизистые промыть водой или 2%-ным раствором борной кислоты. В глаза 2-3 капли 30%-ного раствора альбуцида |
| 11 | Метиламин | Затрудненное дыхание, слабость, тошнота, сердцебиение, насморк, кашель, резь в глазах | Покой, тепло, кожу и слизистые промыть водой или 2%-ным раствором борной кислоты. В глаза 2-3 капли 30%-ного раствора альбуцида |
| 12 | Метил бромистый | Сильное раздражение слизистых и кожи. Ожоги, головная боль, тошнота, рвота, судороги. Нарушение координации движения | Дать увлажненный кислород с карболеном. Искусственное дыхание. Кожу и слизистые промыть водой или 2%-ным раствором соды. Покой, тепло |
| 13 | Метил хлористый | Головная боль, тошнота, рвота, потеря сознания, боли в желудке, судороги, сонливость. Нарушение координации движения | Покой, тепло, обильное щелочное питье. При ослаблении дыхания дать кислород, отсасывание слизи |

Продолжение таблицы 3.9

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|--------------------------|---|--|
| 14 | Мети-лакрилат | Расстройство дыхания. Хрипы в легких, слабость, тошнота, резь в глазах, головная боль, судороги, потеря сознания | Покой, тепло. Дать кислород . 2-3 раза в течение 15-30 с вдыхать пары амилнитрита. Промыть слизистые 2%-ным раствором борной кислоты |
| 15 | Метилмеркаптан | Головная боль, тошнота, мышечная слабость, судороги | Покой. Дать увлажненный кислород, нашатырный спирт. Искусственное дыхание при угрожающей остановке дыхания. Слизистые и кожу промыть 2%-ным раствором соды, теплой водой |
| 16 | Нитрил акриловой кислоты | Раздражение слизистых и кожи. Головная боль, слабость, тошнота, одышка. При соприкосновении - ожоги. Судороги, диарея | Покой, тепло. Дать кислород. Слизистые и кожу промыть водой или 2%-ным раствором борной кислоты. Через каждые 2-3 минуты вдыхать в течение 15-30 секунд пары амилнитрита |
| 17 | Окислы азота | Кашель, головная боль, рвота, слабость, чувство страха, нарастающий кашель с лимонно - желтой мокротой. Отек легких | Покой, тепло. Дать кислород. Искусственное дыхание только при угрожающей остановке дыхания. Содовые ингаляции, горячее молоко с содой |
| 18 | Окись этилена | Раздражение слизистых и кожи, ожоги, головная боль, головокружение, рвота, чувство опьянения, нарушение походки | Покой, дать увлажненный кислород. Кожу и слизистые промыть водой. В глаза закапать 2-3 капли 30%-ного раствора альбумида, желудок промыть водой |
| 19 | Сернистый ангидрид | Сильное раздражение слизистых, кожи. Затрудненное дыхание и глотание. Кашель, жжение, покраснение кожи | Дать кислород, слизистые промыть водой или 2%-ным раствором соды. От сильного кашля - кодеин |

Продолжение таблицы 3.9

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|-----------------|--|---|
| 20 | Сероводород | Головная боль, раздражение слизистых, тошнота, понос, боли в груди. Обморок. Удушье, светобоязнь, конъюнктивиты | Тепло, покой. Дать кислород, теплое молоко с содой. На глаза примочки 3%-ным раствором борной кислоты. Искусственное дыхание с кислородом |
| 21 | Сероуглерод | Головная боль, раздражение слизистых, тошнота, диарея, боли в груди. Обморок. Удушье, ожоги при соприкосновении, наркотическое опьянение | Слизистые промыть водой. Ингаляция димедролом, эфедрином. При нарушении дыхания - реанимационные мероприятия |
| 22 | Соляная кислота | Затрудненное дыхание, ожоги кожи и слизистых, кашель, одышка, рвота с кровью, боли за грудиной и в области желудка | Кислоту смывать большим количеством воды в течение 15-20 мин. Глаза промыть струей воды или 2%-ным раствором соды. Покой, тепло |
| 23 | Триметиламин | Затрудненное дыхание, слабость, тошнота, насморк, кашель, резь в глазах, сердцебиение | Слизистые и кожу промыть водой или 2%-ным раствором борной кислоты. В глаза 2-3 капли 30%-ного раствора альбуцида. Покой, тепло |
| 24 | Формальдегид | Слезотечение, резь в глазах, насморк, кашель, одышка, удушье, головная боль, нарушение координации движения, судороги | Вдыхать пары воды с добавлением нашатырного спирта - сразу, потом увлажненный кислород |
| 25 | Фосген | Скрытый период 2-12 часов, слезотечение, боль в груди. Затрудненное дыхание, кашель, тошнота, удушье | Покой, тепло, горячее молоко с содой. Дать кислород, слизистые промыть 2%-ным раствором соды. Искусственное дыхание противопоказано |

Продолжение таблицы 3.9

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|-------------------------|---|--|
| 26 | Фтор | Сильное раздражение слизистых и кожи. Кровоизлияние и отек легких. При соприкосновении вызывает ожоги | Дать кислород. Наложить сухие стерильные повязки. Немедленная госпитализация |
| 27 | Фосфор треххлористый | Раздражение глаз, светобоязнь. Насморк, кашель, потеря голоса, стеснение в груди. Ожоги кожи, отек лица, спазмы век | Проводить содовые ингаляции, дать отхаркивающие и отвлекающие средства. Глаза промыть 2%-ным раствором борной кислоты. Лед на грудь и горло. Кровоопускание |
| 28 | Фосфора хлорокись | Раздражение слизистых, боль в глазах, сухой кашель, удушье, сердечная слабость, слезотечение, отек легких | Вдыхать пары соды, отхаркивающие и отвлекающие средства. Глаза промыть 2%-ным раствором борной кислоты, кровоопускание, лед на грудь и горло |
| 29 | Хлор | Раздражение слизистых и кожи, ожоги, резкая боль в груди, сухой кашель, рвота, одышка, резь в глазах, нарушение координации движения | Дать увлажненный кислород, нашатырный спирт. Слизистые и кожу промыть 2%-ным раствором соды. Тепло, кодеин, искусственное дыхание |
| 30 | Хлорпикрин | Раздражение слизистых, слезотечение, кашель, тошнота, боли в животе, диарея, головная боль, слабость, раздражение верхних дыхательных путей | Покой, тепло. Промыть слизистые 2%-ным раствором борной кислоты. Дать кислород. От сильного кашля - кодеин. В глаза закапать 2%-ный раствор новокаина, в нос 2%-ный раствор эфедрина |
| 31 | Хлорциан | Онемение языка, головокружение, ослабление дыхания, судороги, потеря сознания | Вдыхать пары амилнитрита. Покой, тепло. Дать кислород. Искусственное дыхание при его останковке |

Окончание таблицы 3.9

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|---------------|---|---|
| 32 | Этиленмин | Раздражение слизистых, возбуждение, насморк, кашель, одышка, удушье, покраснение лица, головная боль, тошнота, судороги, сердцебиение | Покой. Кожу промыть 10%-ным раствором гипосульфита натрия или 5%-ным раствором уксусной кислоты, затем водой, смазать 1%-ным раствором димедрола. Глаза промыть водой или 1%-ным раствором борной кислоты |
| 33 | Этиленсульфид | Раздражение слизистых, кожи, действует наркотически, вызывает судороги, отек легких, конъюнктивит | Покой, тепло. Дать увлажненный кислород, вдыхать амилнитрит каждые 2-3 мин в течение 15-30 секунд. Нашатырный спирт на вате, в глаза - 2%-ный раствор эфедрина |
| 34 | Этилмеркаптан | Расстройство дыхания, хрипы в легких, раздражение слизистых, кожи, головная боль, слабость, тошнота | Слизистые промыть 2%-ным раствором борной кислоты, кожу водой, смазать дерматоловой мазью. Дать кислород. Тепло, покой |

В дополнение к первой медицинской помощи доврачебная помощь предусматривает:

- ◆ устранение асфиксии (туалет полости рта и носоглотки, при необходимости введение воздуховода, ингаляция кислорода, искусственное дыхание);
- ◆ повторное введение антидотов по показаниям;
- ◆ контроль за правильностью и целесообразностью наложения жгута при продолжающемся кровотечении;
- ◆ наложение и исправление неправильно наложенных повязок;
- ◆ введение обезболивающих средств;
- ◆ улучшение транспортной иммобилизации с использованием табельных средств;
- ◆ дополнительное обеззараживание открытых участков кожи и прилегающих к ним участков одежды;
- ◆ обогрев пораженных при низкой температуре, горячее питье (при отсутствии ранения в живот) в зимнее время;
- ◆ по показаниям - введение симптоматических сердечно-сосудистых средств и препаратов, стимулирующих дыхание.