

## 9.3. Чрезвычайные ситуации на химически опасных объектах

### Определение и классификация аварийно-химически опасных веществ и их воздействие на человека и окружающую природную среду

Среди чрезвычайных ситуаций техногенного характера аварии на химически опасных объектах занимают одно из важнейших мест. Химизация промышленной индустрии во второй половине XX столетия обусловила возрастание техногенных опасностей, связанных с химическими авариями, которые могут сопровождаться выбросами в атмосферу **аварийно химически опасных веществ (АХОВ)**, значительным материальным ущербом и большими человеческими жертвами. Как свидетельствует статистика, в последние годы на территории Российской Федерации ежегодно происходит 80–100 аварий на химически опасных объектах с выбросом АХОВ в окружающую среду.

**Химически опасный объект** — опасный производственный объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое поражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды.

#### К такого рода объектам относятся:

- химическая промышленность;
- нефтехимическая промышленность;
- нефтехимические и подобные им заводы и предприятия.

Такие производства связаны с вредными химическими веществами и с химическими энергоносителями. Номенклатура продукции, выпускаемой химическим заводом с передовой технологией, может включать тысячи различных материалов и веществ, многие из которых чрезвычайно токсичны и ядовиты.

- значительная часть объектов нехимических отраслей промышленности, где в технологических процессах применяются опасные вещества и имеют место химические превращения (целлюлозно-бумажная, текстильная, пищевая, металлургическая промышленность, коммунальные предприятия);
- исследовательские центры, аммиачные холодильные установки, склады (хранилища) и терминалы, транспортные средства и трубопроводы;
- военно-химические объекты (склады и полигоны, заводы по уничтожению химических боеприпасов, спецтранспорт, склады и объекты ракетных топлив);
- аварийные ситуации с выбросом (угрозой выброса) опасных химических веществ возможны в процессе производства, транспортировки, хранения, переработки, а также при преднамеренном разрушении (повреждении) объектов с химической технологией, складов, мощных аммиачных холодильных устройств и водоочистных сооружений, газопроводов (продуктопроводов) и транспортных средств, обслуживающих эти объекты и отрасли промышленности.

**Степень химической опасности объекта** устанавливается исходя из доли населения, попадающего в зону возможного химического заражения при аварии на химически опасном объекте, от общей численности населения. Для объектов экономики установлены **4 степени химической опасности**:

- **1-я степень** — в зону возможного химического заражения попадает свыше 75 тысяч человек;
- **2-я степень** — в зону возможного химического заражения попадает 40-75 тысяч человек;
- **3-я степень** — в зону возможного химического заражения попадает менее 40 тысяч человек;
- **4-я степень** — зона возможного химического заражения сильно действующие ядовитые вещества находится в пределах санитарно-защитной зоны объекта.

### Принята следующая классификация АХОВ:

#### 1. По способу действия на организм:

- ингаляционного действия (АХОВ ИД) - поступают через органы дыхания;
- перорального действия (АХОВ ПД) – поступают через рот;
- кожно-резорбтивного действия (АХОВ КРД) – воздействуют через кожу.

#### 2. По степени воздействия на организм человека химические вещества делятся на 4 класса:

• **1-класс. Чрезвычайно опасные.** Соединения ртути, свинца, кадмия, цинка. Цианистый водород, синильная кислота и ее соли, нитриты. Соединения фосфора. Галогеноводороды: водород хлористый, водород фтористый, водород бромистый. Хлориды: этиленхлоргидрин, этилхлоргидрит. Некоторые другие соединения: фосген, оксид этилена;

• **2 класс. Высоко опасные.** Минеральные и органические кислоты: серная, азотная, соляная. Щелочи: аммиак, едкий натрий. Серосодержащие соединения: сульфиды, сероуглерод. Некоторые спирты и альдегиды кислот: формальдегид, метиловый спирт. Органические и неорганические нитро- и аминосоединения: анилин, нитробензол. Фенолы, крезолы и их производные;

- **3 класс. Умеренно опасные.** К ним относятся все остальные химические соединения;
- **4 класс. Малоопасные.**

#### 3. По основным физико-химическим свойствам и условиям хранения (см. таб. 9.2).

*Таблица 9.2. Классификация АХОВ по основным физико-химическим свойствам и условиям хранения*

Гр.	Характеристики	Типичные представители
1	Жидкие летучие, хранимые в емкостях под давлением (сжатые и сжиженные газы)	Хлор, аммиак, сероводород, фосген
2	Жидкие летучие, хранимые в емкостях без давления	Синильная кислота, акрилонитрил, хлорпикрин
3	Дымящие кислоты	Серная, азотная, соляная
4	Сыпучие и твердые нелетучие при хранении до + 40 градусов С	Сулема, фосфор желтый, мышьяковый ангидрид
5	Сыпучие и твердые летучие при хранении до + 40 градусов С	Соли синильной кислоты, меркураны

4. По преимущественному синдрому, складывающему при острой интоксикации (см. таб. 9.3):

**Таблица 9.3. Классификация АХОВ по преимущественному синдрому, складывающему при острой интоксикации**

№ п/п	Наименование группы	Характер действия	Наименование АХОВ
1	Вещества преимущественно удушающего действия	Воздействуют на дыхательные пути человека	Хлор, фосген, хлорпикрин, треххлористый фосфор, хлорокись фосфора
2	Вещества преимущественно общеядовитого действия	Нарушают энергетический обмен	Оксид углерода (II), цианистый водород, хлорциан, мышьяковистый водород
3	Вещества удушающего и общеядовитого действия	Вызывают отек легких, при ингаляционном воздействии и нарушают энергетический обмен при резорбции	Акрилонитрил, азотная кислота, оксиды азота, сернистый ангидрид, фтористый водород, сероводород
4	Нейротропные яды	Действуют на генерацию, проведение и передачу нервного импульса	Сероуглерод, фосфорорганические соединения (ФОС)
5	Вещества удушающего и нейротропного действия	Вызывают токсический отек легких, формируют тяжелое поражение нервной системы	Аммиак
6	Метаболические яды	Нарушают процессы метаболизма и обмена веществ в организме	Оксид этилена, бромистый метил, дихлорэтан, диоксин

**5. По способности к горению, все АХОВ делятся на:**

- негорючие (фосген, диоксин);
- трудногорючие вещества (сжиженный аммиак, цианистый водород и др.);
- способные гореть только в присутствии источника зажигания;
- горючие вещества (газообразный аммиак, сероуглерод и др.), способные к горению даже после удаления источника зажигания.

К АХОВ относятся только те вещества, которые могут представлять опасность лишь в аварийных ситуациях. В настоящее время перечень АХОВ не разработан. Но исходя из оценки масштабов реальной опасности, зависящие от токсичности вещества, величины их запасов и характера распространения в атмосфере, - перечень АХОВ, от воздействия которых необходимо обеспечить защиту, в настоящее время, можно ограничить 9 веществами: хлор, аммиак, фосген, сернистый ангидрид, цианистый водород, сероводород, сероуглерод, фтористый водород, нитрил акриловой кислоты.

## Способы хранения аварийно химически опасных веществ

На предприятиях химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, пищевой, мясомолочной, текстильной, бумажной и ряда других отраслей промышленности АХОВ являются исходными материалами и конечной продукцией либо побочным продуктом.

*Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) — это опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях (токсодозах)*

Для бесперебойной работы предприятий на них создается **неснижаемый запас химических веществ**, рассчитанный в среднем на трое суток, а для предприятий по производству минеральных удобрений – до 10–15 суток. В результате на крупных предприятиях, а также на складах и в некоторых портах могут одновременно храниться тысячи, и даже десятки тысяч тонн таких веществ в зависимости от масштабов производства. На отдельных овощных (торговых) базах содержится до 150 т сжиженного аммиака, используемого в качестве хладоагента, а на станциях водоподготовки – от 100 до 400 т сжиженного хлора.

Запасы АХОВ хранятся в резервуарах базовых и расходных складов, содержатся в технологических линиях, транспортных средствах (в продуктопроводах, железнодорожных цистернах, контейнерах, баллонах, танкерах). В ВВС компоненты ракетного топлива хранятся в резервуарах на складах; транспортируются в железнодорожных цистернах и автозаправщиками.

Для хранения АХОВ используются герметичные стальные (для компонентов ракетных топлив из сплавов алюминия) резервуары цилиндрической или шаровой формы. **Основной способ хранения наземный.**

### **Сжиженные газы могут храниться в следующих условиях:**

- при температуре окружающей среды под давлением собственных паров 6–20 кгс/см<sup>2</sup>. Типовые объёмы 10, 25, 40, 50, 100, 125, 160 и 200 м<sup>3</sup>;
- при пониженной температуре (не выше температуры кипения) под давлением, близким к атмосферному давлению (изотермические условия хранения). При этом резервуары искусственно охлаждаются. Типовые объёмы 10000, 20000 и 30000 м<sup>3</sup>.

Сжатые газы хранятся в сферических газгольдерах при температуре окружающей среды и давлении 0,7–30 кгс/см<sup>2</sup>. Объём газгольдера от 300 до 2000 м<sup>3</sup>. Жидкости хранятся при атмосферном давлении и температуре окружающей среды. Резервуары имеют объём от 50 до 5000 м<sup>3</sup>.

Для временного хранения АХОВ могут использоваться железнодорожные цистерны. При этом на путях железнодорожной станции может скопиться большое количество цистерн. Наземные резервуары располагаются группами или отдельно. Для каждой группы резервуаров или отдельных хранилищ по периметру оборудуется замкнутое обвалование или ограждающая стенка высотой не менее 1 м. Под складскими резервуарами предприятий химической и некоторых других отраслей промышленности оборудуются поддоны для сбора разлившейся жидкости.

*Способ хранения АХОВ во многом определяет их поведение при аварии*

При разгерметизации резервуаров (технологических линий), содержащих сжиженные газы (аммиак, хлор и др.) или перегретые летучие жидкости с температурой кипения ниже температуры окружающей среды (окись этилена, фосген, окислы азота, сернистый ангидрид, синильная кислота и др.) под давлением собственных паров, часть вещества мгновенно испаряется, образуя первичное облако АХОВ, а часть выливается в обвалование или образует «лужу» на местности и постепенно испаряется за счет тепла окружающей среды, создавая вторичное облако паров.

**В начальный момент аварии** помимо паров сжиженных газов выбрасывается оседающий грубодисперсный аэрозоль. При этом образуется тяжёлое облако. Опыты с аммиаком показали, что первичное облако моментально поднимается вверх примерно на 20 м, а затем под действием силы тяжести опускается на грунт. Радиус такой зоны может достигать 0,5–1 км. Границы облака отчетливо видны первые 2–3 минуты, так как оно имеет большую оптическую плотность. Авария с выбросом сжиженного газа, находящегося под давлением, характеризуется ингаляционным поражающим воздействием: кратковременно первичным облаком АХОВ с высокой (вплоть до смертельной) концентрацией паров и более продолжительное время вторичным облаком с опасными поражающими концентрациями паров. В зависимости от типа и количества АХОВ, а также метеоусловий время испарения может составлять от десятков минут до нескольких суток. Наиболее опасным периодом аварии являются первые 10 минут, когда испарение АХОВ происходит весьма интенсивно. Кроме того, пролитый продукт может заражать грунт и воду.

В случае разрушения оболочки изотермического хранилища сжиженных газов или хранилища жидких АХОВ с температурой кипения ниже или близкой к температуре окружающей среды вещество проливается в поддон (обвалование) или на подстилающую поверхность. При разрушении изотермического хранилища образование первичного облака АХОВ не характерно. Количество вещества, переходящее в первичное облако, как правило, не превышает 3–5 % при температуре воздуха от плюс 25 до 30 °С. Вследствие испарения пролитого продукта образуется только вторичное облако АХОВ с поражающими концентрациями, которое при благоприятных метеоусловиях может распространиться на значительные расстояния от места аварии. Основными поражающими факторами в этом случае являются ингаляционное воздействие вторичного облака АХОВ, а также заражение грунта и воды на месте пролива. В зависимости от типа и количества АХОВ и метеоусловий время испарения может составлять от нескольких часов до нескольких суток.

**В результате аварийного выброса (пролива)** значительного количества низко летучего АХОВ (жидкого с температурой кипения, значительно выше температуры окружающей среды, или твердого) может произойти заражение местности (грунта, воды) с опасными последствиями для живых организмов и растительности. Высококипящие жидкости имеют малую скорость испарения, скорость испарения жидкости зависит в основном от скорости ветра и площади разлива. Поэтому при разрушении резервуаров с высококипящими АХОВ первичное облако не образуется, а во вторичном облаке (кроме гептила) не создаются поражающие концентрации паров. Однако пребывание личного состава в районе аварии без средств индивидуальной защиты органов дыхания может привести к поражению личного состава. Типичным поражающим фактором в случае разлива этих веществ является возможное пероральное или, в ряде случаев, кожно-резорбтивное воздействие на организм. Наибольшую опасность представляет заражение АХОВ рек и водоемов, которые являются источниками водопотребления.

## **Развитие аварии на химически опасных объектах**

Теоретически любое химическое вещество может находиться в 3-фазовых состояниях:

- жидкость;
- газ (пар);
- твердое состояние.

При большой температуре вещество может находиться только в **газообразном состоянии**. Газовая фаза имеет подфазу, именуемую паровой.

В зависимости от соотношения критической температуры, температуры внешней среды и условий хранения все аварийно-химически опасные вещества (АХОВ) можно разделить на 4 основные группы.

**I группа.** Вещества имеющие критическую температуру намного ниже температуры окружающей среды (метан, кислород, этилен и др.). Вещества данной группы в больших количествах хранятся на объектах экономики при температурах ниже критических. При разгерметизации емкостей с жидкостями данной категории незначительная часть жидкости (около 5 процентов) «мгновенно» испарится за счет тепла поддона и окружающей среды, образуя первичное облако паров АХОВ. Оставшаяся часть жидкости перейдет в режим стационарного кипения. Скорость кипения (скорость образования вторичного облака) является функцией подвода тепла от окружающей среды и некоторых физико-химических свойств АХОВ. Наиболее опасные источники поражающих факторов в данном случае - вторичное облако паров АХОВ, а в некоторых случаях - пожары и взрывы. В случае разгерметизации емкостей с данной группой АХОВ, хранящихся в газообразном состоянии, практически все содержимое емкости образует первичное облако. Опасность поражающего действия первичного облака в данном случае зависит не только от типа, количества, физико-химических и токсических характеристик АХОВ, но и от степени разрушения емкостей и метеоусловий. Наиболее опасные поражающие факторы в данном случае - первичное облако паров АХОВ, а в некоторых случаях - пожары и взрывы.

**II группа.** Вещества у которых критическая температура выше, а температура кипения ниже температуры окружающей среды (аммиак, хлор и др.). При разгерметизации емкостей с жидкостями данной категории процесс образования газовых облаков зависит от условий хранения АХОВ. Если АХОВ хранятся в жидкой фазе в емкости под высоким давлением и при температуре выше температуры кипения, но ниже температуры окружающей среды, то при разгерметизации емкости часть АХОВ (10-40%) «мгновенно» испарится, образуя первичное облако паров АХОВ, а оставшаяся часть будет испаряться постепенно за счет тепла окружающей среды, образуя вторичное облако паров АХОВ. Наибольшую опасность в данном случае будет представлять первичное облако паров АХОВ за счет того, что процесс его образования протекает очень интенсивно (и течение 5-10 мин.) с разбрызгиванием значительной части жидкости в виде пены и капель, образованием первичных тяжелых облаков АХОВ. При этом возможны взрывы пожароопасных аэрозолей. Оставшаяся часть жидкой фазы АХОВ охладится до температуры кипения и перейдет в режим стационарного кипения аналогично АХОВ первой группы. Если АХОВ хранятся в изотермических хранилищах при температуре хранения ниже температуры кипения, то в случае разгерметизации емкости первоначального испарения значительной части жидкости не наблюдается. В первичное облако переходит только 3-5% от общего количества АХОВ. Оставшаяся часть жидкости перейдет в режим стационарного кипения. Наиболее опасные поражающие факторы в данном случае - вторичное облако паров АХОВ, переохлаждение, а в некоторых случаях - пожары и взрывы.

**III группа.** Вещества, у которых критическая температура и температура кипения выше температуры окружающей среды, т.е. вещества, хранящиеся при атмосферном давлении в жидкой

или твердой фазе (тетраэтилсвинец, диоксин, кислоты и т.д.). В данном случае при разрушении емкостей происходит разлив (рассыпание) АХОВ. Первичное облако паров АХОВ практически отсутствует, однако существует опасность поражения людей вторичным газовым облаком (облаком пыли), загрязнения почвы и водоемисточников.

**IV группа.** Вещества, относящиеся к III группе, но находящиеся при повышенных температуре и давлении. При разрушении емкостей с АХОВ в данном случае процесс образования газовых облаков происходит аналогично, как для веществ II группы в случае хранения их под высоким давлением и температуре выше температуры кипения, но ниже температуры окружающей среды. Однако вследствие быстрой передачи тепла первичным облаком в окружающую среду, а также с учетом физико-химических свойств АХОВ, они будут постоянно конденсироваться и оседать на местности в виде пятен по следу распространения облака в атмосфере. В последующем возможно их повторное испарение и перенос (миграция) на значительные расстояния от места первоначального осаждения.

Наиболее сложно протекает процесс испарения у второй группы веществ, хранящихся при повышенном давлении. Весь процесс испарения жидкости при разрушении емкости в данном случае можно условно разделить на 3 периода.

**1.Первый период** - бурное, почти мгновенное испарение жидкости за счет разности упругости давления насыщенных паров АХОВ в емкости и парциального давления в атмосфере. В результате температура жидкой фазы понижается до температуры кипения. Продолжительность первого периода составляет до 3-5 минут.

**2.Второй период** - неустойчивое испарение за счет тепла поддона и тепла окружающей среды. Продолжительность второго периода может достигать до 5-10 мин.

**3.Третий период** - стационарное испарение АХОВ за счет подвода тепла от окружающей среды. Продолжительность третьего периода зависит от физико-химических свойств АХОВ, его количества, метеоусловий и может доходить до нескольких суток.

Часть жидкости, перешедшая в паровую фазу в первый и второй периоды испарения, образует первичное облако паров АХОВ, а в третий период - вторичное облако. Наиболее опасным периодом аварии в данном случае является первый период. Образующийся в этот период аэрозоль в виде тяжелых облаков моментально поднимается вверх, а затем под действием собственной силы тяжести опускается на грунт. При этом облако совершает неопределенные движения, которые трудно предсказуемы.

В случае разрушения оболочки изотермического резервуара (хранение АХОВ при давлении близком к атмосферному) и разлива АХОВ в поддон первый период испарения практически отсутствует. В результате в первичное облако переходит всего около 3-5% хранимой жидкости (за счет тепла поддона и окружающей среды) и течение 5-10 мин. В случае свободного разлива количество АХОВ, перешедшее в первичное облако, будет зависеть еще и от площади разлива. Оставшаяся часть жидкости перейдет в режим стационарного кипения, аналогично рассмотренному ранее.

В случае разрушения оболочек высококипящих жидкостей образование первичного облака паров практически не происходит. Испарение жидкости осуществляется по стационарному процессу и зависит от физико-химических свойств АХОВ, его количества и метеоусловий, площади зеркала разлива и т.д.

**Основными источниками опасности в случае аварий на химически опасных объектах являются:**

- залповые выбросы АХОВ в атмосферу с последующим заражением воздуха, местности и водоемчиков;
- сброс АХОВ в водоемы;
- «химический» пожар с поступлением АХОВ и продуктов их горения в окружающую среду;
- взрывы АХОВ, сырья для их получения или исходных продуктов;
- образование зон задымления с последующим осаждением АХОВ, в виде «пятен» по следу распространения облака зараженного воздуха, возгонкой и миграцией.

Каждый из указанных выше источников опасности (поражения) по месту и времени может проявляться отдельно, последовательно или в сочетании с другими источниками, а также многократно повторен в различных комбинациях. Все зависит от физико-химических характеристик АХОВ, условий аварии, метеословий и особенностей местности.

Таким образом, в случае возникновения аварий на химически опасных объектах с выбросом АХОВ **очаг химического поражения** будет иметь следующие особенности:

1. Образование облаков паров АХОВ и их распространение в окружающей среде являются сложными процессами, которые определяются диаграммами фазового состояния АХОВ, их основными физико-химическими характеристиками, условиями хранения, метеословиями, рельефом местности и т.д., поэтому прогнозирование масштабов химического заражения (загрязнения) весьма затруднено.

2. В разгар аварии на объекте действует, как правило, несколько поражающих факторов: химическое заражение местности, воздуха, водоемов; высокая или низкая температура; ударная волна, а вне объекта - химическое заражение окружающей среды.

3. Наиболее опасный поражающий фактор - воздействие паров АХОВ через органы дыхания. Он действует как на месте аварии, так и на больших расстояниях от источника выброса и распространяется со скоростью ветрового переноса АХОВ.

4. Опасные концентрации АХОВ в атмосфере могут существовать от нескольких часов до нескольких суток, а заражение местности и воды - еще более длительное время.

5. Летальный исход зависит от свойств АХОВ, токсической дозы и может наступать как мгновенно, так и через некоторое время (несколько дней) после отравления.

**Зона заражения АХОВ** отличается большой подвижностью границ и изменчивостью концентрации, практически в любой части зоны химического заражения (ЗХЗ) могут произойти поражения людей. Глубина распространения зараженного воздуха зависит от количества выброса (вылива) АХОВ и условий формирования ЗХЗ (скорости ветра, степени устойчивости воздуха). Наиболее благоприятными условиями формирования зоны максимальных размеров являются инверсионные токи воздуха при скорости ветра 3-4 м/сек. **Продолжительность поражающего действия АХОВ** в зоне зависит от его свойств, температуры воздуха и почвы, определяющих степень вертикальной устойчивости атмосферы. Продолжительность химического заражения определяется временными пределами проявления последствий аварии.

**В зависимости от степени химической опасности аварии на ХОО подразделяются:**

- на аварии I степени, связанные с возможностью массового поражения производственного персонала и населения близлежащих районов;



- на аварии II степени, связанные с поражением только производственного персонала ХОО;
- на аварии химически безопасные, при которых образуются локальные очаги поражения АХОВ, не представляющие опасности для человека.

## **Причины возникновения аварий на химически опасных объектах и их последствия**

### **Основными причинами аварий на ХОО являются:**

- износ производственных фондов, несвоевременный или плохого качества ремонт оборудования;
- нарушение технологических процессов;
- нарушение правил эксплуатации производственных систем и отдельных их составляющих;
- нарушение правил хранения и транспортировки ХОВ;
- неисправность транспортных средств;
- несоблюдение мер безопасной эксплуатации машин, механизмов и т. д.;
- внезапный выход из строя механизмов, агрегатов, трубопроводов;
- ошибки, допущенные при проектировании, строительстве промышленных объектов, при изготовлении оборудования и т. д.;
- низкая трудовая дисциплина работников объекта;
- разгерметизация емкостей хранения ХОВ;
- превышение норм запасов ХОВ;
- стихийное бедствие;
- диверсионный или террористический акт, военный конфликт.

### **Аварии в химических отраслях делят на две категории:**

1. Аварии в результате взрывов, вызывающих разрушение технологической схемы, инженерных сооружений и полное или частичное прекращение выпуска продукции; при этом для восстановления производства требуются специальные ассигнования от вышестоящих организаций.

2. Аварии, в результате которых повреждено основное или вспомогательное технологическое оборудование, полностью или частично прекращен выпуск продукции, но для восстановления производства не требуются специальные ассигнования.

### **По масштабам последствий классификация аварий выглядит следующим образом:**

- **частная** – авария, либо не связанная с выбросом ХОВ, либо с незначительной утечкой ядовитых веществ; последствия ограничиваются одной установкой, цехом;
- **объектовая** – авария, связанная с утечкой ХОВ из технологического оборудования или трубопроводов, глубина пороговой зоны – менее радиуса санитарно-защитной зоны вокруг предприятия; последствия ограничиваются предприятием, объектом;
- **местная** – авария, связанная с разрушением большой единичной емкости или целого склада ХОВ; облако достигает зоны жилой застройки, проводятся эвакуация из ближайших жилых районов и другие мероприятия; последствия аварии ограничиваются городом, районом, областью;
- **региональная** – авария со значительным выбросом ХОВ; наблюдается распространение облака вглубь жилых районов; последствия распространяются на несколько субъектов РФ или регионов;

- **глобальная** – авария с полным разрушением всех хранилищ с ХОВ на крупных химически опасных предприятиях; возможна в случае диверсии, в военное время или при стихийном бедствии; последствия захватывают несколько регионов и сопредельные страны.

Во время химической аварии имеют место ее основные и дополнительные проявления. К основным проявлениям относятся **выброс АХОВ** в атмосферу и **разлив** или **россыпь** его на местности. **Дополнительные проявления** – это пожары и взрывы, при которых в результате химических реакций образуются новые токсические вещества.

**Основной поражающий фактор при авариях на ХОО** – это химическое заражение приземного слоя атмосферы, почвы и воды, приводящее к поражению людей, животных и растений, находящихся в зоне действия АХОВ. Его масштабы характеризуются размерами зон заражения. Выделяют три таких зоны:

- смертельных токсодоз;
- токсодоз, выводящих из строя;
- пороговых токсодоз.

**Дополнительными поражающими факторами** при химической аварии являются:

- воздушная ударная волна;
- осколочные поля, создаваемые летящими осколками и обломками разрушенных сооружений;
- тепловое излучение;
- попадание на кожу сжиженных газов;
- действие ядов, образовавшихся в результате горения.

Авария на ХОО имеет **непосредственные и отдаленные последствия** для людей, животных и окружающей среды. **К непосредственным последствиям относятся:**

- гибель людей и животных;
- острые отравления ХОВ;
- механические закрытые повреждения, а также раны, ожоги, отморожения;
- острые заболевания и психические расстройства у людей, связанные с неблагоприятным воздействием психотравмирующих факторов аварии (невроты, страхи, депрессия и т. д.);
- острые отравления продуктами горения;
- материальный ущерб, связанный с полным или частичным разрушением ХОО и уничтожением грузов (например, при аварии на транспортном средстве);
- загрязнение технологического оборудования и связанный с этим дополнительный материальный ущерб;
- загрязнение окружающей среды, реальная возможность возникновения экологической катастрофы.

**Отдаленные последствия химической аварии** определяются рассмотренными выше специфическими эффектами, или рисками.

## **Зона химического заражения**

**Зона химического заражения** - территория или акватория, в пределах которой распространены или куда привнесены опасные химические вещества в концентрациях или

количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

#### **Зона химического заражения включает в себя:**

- зоны смертельных токсодоз (зона чрезвычайно опасного заражения) — это зона, на внешней границе которой 50 % людей получают смертельную токсодозу;
- зону поражающих токсодоз (зона опасного заражения) — это зона, на внешней границе которой 50 % людей получают поражающую токсодозу;
- зону дискомфорта (пороговая зона, зона заражения) — это зона, на внешней границе которой люди испытывают дискомфорт, начинается обострение хронических заболеваний или появляются первые признаки интоксикации.

#### **Зона химического заражения характеризуется 4-мя параметрами:**

1. **Глубина зоны** – это расстояние от наветренной границы района применения химического оружия до рубежа, пребывание на котором людей без СИЗ может привести к начальным признакам поражения.
2. **Ширина зоны** определяется шириной района применения химического оружия.
3. **Площадь зоны.**
4. **Площади очагов химического поражения** в зоне химического заражения.

Размеры зоны химического заражения зависят от количества применяемых отравляющих веществ, их типа, вида и количества средств доставки, метеорологических условий и рельефа местности.

#### **Приземные слои атмосферы оцениваются 3-мя состояниями:**

1. **Инверсия** - устойчивое состояние. Восходящие потоки воздуха отсутствуют. Температура поверхности меньше температуры воздуха.
2. **Конвекция** - неустойчивое состояние. Имеют место восходящие потоки воздуха. Температура воздуха ниже температуры почвы.
3. **Изотермия** - промежуточное состояние между инверсией и конвекцией. Температура воздуха примерно равна температуре почвы.

**Очагом химического поражения** называется территория, в пределах которой под действием отравляющих веществ или сильно действующих ядовитых веществ произошло массовое поражение людей, животных и растений. **Количественной характеристикой степени заражения приземного слоя воздуха** является массовая концентрация отравляющего вещества (ОВ), то есть количество ОВ в единице объема воздуха (г/м<sup>3</sup>). **Количественной характеристикой степени заражения территорий** является плотность заражения - количество ОВ, находящегося на единице площади зараженной поверхности (г/м<sup>2</sup>).

## **Меры безопасности и способы защиты населения и персонала при химических авариях**

**Химическая защита** представляет собой комплекс мероприятий, направленных на исключение или ослабление воздействия АХОВ на население и персонал ХОО, уменьшение масштабов последствий химических аварий. Мероприятия химической защиты выполняются, как

правило, заблаговременно, а также в оперативном порядке в ходе ликвидации возникающих чрезвычайных ситуаций химического характера.

**Заблаговременно проводятся следующие мероприятия химической защиты:**

- создаются и эксплуатируются системы контроля за химической обстановкой в районах химически опасных объектов и локальные системы оповещения о химической опасности;
- разрабатываются планы действий по предупреждению и ликвидации химической аварии;
- накапливаются, хранятся и поддерживаются в готовности средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, приборы химической разведки, дегазирующие вещества;
- поддерживаются в готовности к использованию убежища, обеспечивающие защиту людей от АХОВ;
- принимаются меры по защите продовольствия, пищевого сырья, фуража, источников (запасов) воды от заражения АХОВ;
- проводится подготовка к действиям в условиях химических аварий аварийно-спасательных подразделений и персонала ХОО;
- обеспечивается готовность сил и средств подсистем и звеньев РСЧС, на территории которых находятся химически опасные объекты, к ликвидации последствий химических аварий.

**К основным мероприятиям химической защиты относятся:**

- обнаружение факта химической аварии и оповещение о ней;
- выявление химической обстановки в зоне химической аварии;
- соблюдение режимов поведения на зараженной территории, норм и правил химической безопасности;
- обеспечение населения, персонала аварийного объекта и участников ликвидации последствий химической аварии средствами индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, применение этих средств;
- эвакуация населения при необходимости из зоны аварии и зон возможного химического заражения;
- укрытие населения и персонала в убежищах, обеспечивающих защиту от АХОВ;
- оперативное применение антидотов (противоядий) и средств обработки кожных покровов;
- санитарная обработка населения, персонала и участников ликвидации последствий аварий;
- дегазация аварийного объекта, территории, средств и другого имущества.

Оповещение о химической аварии должно проводиться **локальными системами оповещения**. Решение на оповещение персонала и населения принимается дежурными сменами диспетчерских служб аварийно химически опасных объектов. При авариях, когда прогнозируется распространение поражающих факторов АХОВ за пределы объекта, оповещаются население, руководители и персонал предприятий и организаций, попадающих в границы действия локальных систем оповещения (в пределах 1,5–2-километровой зоны вокруг ХОО).

При крупномасштабных химических авариях, когда локальные системы не обеспечивают требуемого масштаба оповещения, наряду с ними задействуются **территориальные и местные системы централизованного оповещения**. К тому же в настоящее время локальные системы оповещения имеют лишь около 10–12% химически опасных объектов России.

**При возникновении химической аварии в целях осуществления конкретных защитных мероприятий:**

- выявляется химическая обстановка в зоне химической аварии;
- организуется химическая разведка;
- определяются наличие АХОВ, характер и объем выброса;
- определяется направление и скорость движения облака, время прихода облака к тем или иным объектам производственного, социального, жилого назначения;
- выявляется территория, охватываемая последствиями аварии, в том числе степень ее заражения АХОВ и другие данные.

При химических авариях для защиты от АХОВ используются **индивидуальные средства защиты**. Основными средствами индивидуальной защиты населения от АХОВ ингаляционного действия являются гражданские противогазы ГП-5, ГП-7, ГП-7В, ГП-7ВМ, ГП-7ВС. Всем этим средствам присущ крупный недостаток — они не защищают от некоторых АХОВ (паров аммиака, оксидов азота и др.). Для защиты от этих веществ служат дополнительные патроны к противогазам ДПГ-1 и ДПГ-3, которые также защищают от окиси углерода.

В настоящее время существует серьезная проблема своевременности обеспечения населения средствами индивидуальной защиты органов дыхания в условиях химических аварий. Для защиты от АХОВ средства должны быть выданы населению в кратчайшие сроки, однако из-за удаленности мест хранения время их выдачи может составлять от 2–3 до 24 часов. В этот период население, попавшее в зону химического заражения, может получить поражения различной степени тяжести.

**Своевременная эвакуация населения** из возможных районов химического заражения может выполняться в упреждающем и экстренном порядке. **Упреждающая (заблаговременная) эвакуация** осуществляется в случаях угрозы или в процессе длительных по времени крупномасштабных аварий, когда прогнозируется угроза распространения зоны химического заражения. **Экстренная (безотлагательная) эвакуация** проводится в условиях быстротечных реакций с целью срочного освобождения от людей местности по направлению распространения облака АХОВ.

Эффективным способом химической защиты населения является **укрытие в защитных сооружениях гражданской обороны**, прежде всего в убежищах, обеспечивающих защиту органов дыхания от АХОВ. Особенно применим этот способ защиты к персоналу, поскольку значительная часть химически опасных объектов (до 70–80%) имеют убежища различных классов. Надежная защита укрываемых может быть обеспечена до 6 часов. Затем укрываемые должны быть выведены из убежищ, при необходимости — в индивидуальных средствах защиты. В настоящее время применение убежищ при химических авариях осложняется снижением эффективности оборудования для очистки воздуха. Вследствие кризисных явлений в экономике производство этого вида оборудования прекращено или объемы его производства снижены, а срок годности фильтровентиляционных установок убежищ в большинстве случаев истек или близок к этому.

В связи с этим в условиях химической аварии в некоторых случаях более целесообразно использовать для защиты людей жилые, общественные и производственные здания, а также транспортные средства, внутри или вблизи от которых оказались люди. Следует учитывать, что АХОВ тяжелее воздуха (хлор) будут проникать в подвальные помещения и нижние этажи зданий, а АХОВ легче воздуха (аммиак) — заполнять более высокие этажи зданий. Чем меньше воздухообмен в используемом для защиты помещении, тем выше его защитные свойства. В результате дополнительной герметизации оконных, дверных проемов и других элементов зданий защитные

свойства помещений могут быть увеличены в 2–3 раза. При укрытии в помещении, почувствовав признаки появления АХОВ, необходимо немедленно воспользоваться противогазом, простейшими или подручными средствами индивидуальной защиты. Не следует паниковать, так как порог ощущения паров АХОВ значительно ниже их поражающей концентрации. Все укрывающиеся в зданиях должны быть готовы к выходу из зоны заражения по указаниям органов ГОЧС или самостоятельно (если риск выхода оправдан).

При принятии решения на самостоятельный выход (или получении указания на выход) из зоны заражения следует учитывать, что ширина ее в зависимости от удаления от источника заражения и метеоусловий может составлять от нескольких десятков до нескольких сотен метров, на преодоление которых по кратчайшему пути — перпендикулярно направлению ветра может потребоваться не более 8–10 минут. Такого времени может оказаться достаточно для безопасного выхода даже в простейших средствах индивидуальной защиты.

Таким образом, уменьшить возможные потери, защитить людей от поражающих факторов аварий на ХОО можно проведением специального комплекса мероприятий. Часть этих мероприятий проводится заблаговременно, другие осуществляются постоянно, а третьи — с возникновением угрозы аварии и с ее началом. **К мероприятиям, осуществляемым постоянно**, относится контроль химической обстановки как на самих ХОО, так и прилегающих к ним территориях. **Под химической обстановкой** понимается наличие в окружающей среде определенного количества и концентраций различных химически опасных веществ. Контроль химической обстановки осуществляется во всех элементах биосферы: воздухе атмосферы, почве литосферы, гидросфере. Основное внимание при этом уделяется контролю загрязнения воздуха как определяющего фактора химического загрязнения всей окружающей среды.

## **Химический контроль заражения. Приборы химического контроля**

**Химическая разведка и химический контроль**, являясь одними из основных мероприятий, осуществляемых в ходе ликвидации последствий химически опасных аварий, направлены на выявление химической обстановки в районе аварии.

### **Выявление химической обстановки достигается:**

1. Разведкой района аварии для определения границ и зоны заражения СДЯВ, оценкой количества выброшенного (вылившегося) СДЯВ и плотности заражения им местности, определением направлений распространения жидкой и парогазовой фазы СДЯВ;
2. Разведкой маршрутов подхода к району аварии, эвакуации личного состава войск (сил), населения и животных, обхода района заражения;
3. Определением масштабов и степени заражения воздуха СДЯВ, контролем за их изменением во времени;
4. Определением возможности пребывания в районе аварии без средств защиты после ликвидации заражения СДЯВ; отбором проб воздуха, грунта, воды, смывов с оборудования, зданий, сооружений и техники.

### **Химический контроль, осуществляемый в районах аварий со СДЯВ, включает:**

1. Определение степени заражения СДЯВ оборудования, Зданий, сооружений, техники, воздуха, почвы и источников воды в районе аварии, контроль за ее изменением во времени;
2. Установление возможности безопасного пребывания личного состава войск (сил) и населения в районе аварии без средств защиты;

### 3. Идентификацию немаркированных и бесхозных СДЯВ.

Учитывая скоротечность поступления СДЯВ в окружающую среду при авариях, а также формирования их поражающих концентраций, **временной фактор** в организации и проведении химической разведки и химического контроля имеет первостепенное значение. Первая информация о формировании опасных концентраций СДЯВ при аварии, направлении распространения зараженного воздуха, как правило, поступает от стационарных химических датчиков, устанавливаемых в цехах, на территории предприятия и в санитарно-защитной зоне вокруг предприятия. На основе этой информации и с учетом метеорологической обстановки организуется проведение химической разведки.

Химическая разведка в районе аварии начинается с **разведки ее очага**. Причем, как правило, она организуется одновременно с выполнением задач подразделениями, проводящими спасательные и другие неотложные работы, в которых прежде всего участвуют подразделения газоспасательной службы. Подход к очагу аварии (аварийному цеху, емкости) осуществляется с подветренной стороны. Вблизи границы заражения СДЯВ организуется рубеж ввода групп разведки в очаг аварии. Разведка очага аварии ведется группами разведки в составе не менее 3 человек, один из которых является химиком-разведчиком. На рубеже ввода группа получает необходимое снаряжение (радиостанцию, электрические фонари, приборы разведки, средства отбора проб, средства оказания медицинской помощи), проходит инструктаж переводит средства индивидуальной защиты в боевое положение и направляется в очаг аварии. Разведка очага аварии проводится только с применением изолирующих противогазов и средств индивидуальной защиты кожи. В ходе разведки очага аварии осматривается место (объект) аварии, определяются ее причины и масштабы, принимаются по возможности меры по устранению причин аварии или ее локализации. Осуществляется розыск пораженных людей, оказание им первой помощи и их эвакуация. Определяется степень заражения воздуха СДЯВ, отбираются пробы (смывы) с оборудования и стен помещений (сооружений) для последующего их лабораторного анализа. Результаты разведки докладываются по радио. Если объем задач по разведке очага аварии значителен, то организуется посменная работа групп разведки. Одновременно с разведкой очага аварии организуется **химическая разведка на территории предприятия** и вокруг него.

Химическая разведка на территории предприятия разведывательными группами (дозорами) ведется на разведывательных химических машинах или в пешем порядке. При этом разведывательные группы (дозоры), двигаясь между цехами, через каждые 50—100 м останавливаются и с помощью приборов делают замеры, определяют участок разлива и границы распространения парогазовой фазы СДЯВ. Границы заражения обозначаются знаками ограждения. Однако необходимо помнить, что многие СДЯВ пожаро- и взрывоопасны. Поэтому в зависимости от типа СДЯВ в ряде случаев категорически запрещается не только выстреливание знаков ограждения, но и их установка путем забивания, так как это может привести к взрыву. Как правило, на границах зон заражения с интервалом 300—500 м выставляются химические наблюдательные посты, предназначенные для контроля за изменением направления распространения зараженного воздуха и для контроля за изменением концентрации СДЯВ. При ведении химической разведки на территории предприятий следует учитывать, что движение воздушных масс между цехами может отличаться от общего направления ветра. В связи с этим для контроля за направлением ветра на территории предприятий целесообразно использовать дымовые шашки и гранаты с соблюдением требований взрыво- и пожаробезопасности.

**Химическая разведка вне территории предприятия**, как правило, ведется на разведывательных химических машинах. Выявление границ зоны распространения СДЯВ осуществляется несколькими химическими разведывательными дозорами, которые двигаются с

разных сторон разведываемой территории с интервалом 300—500 м навстречу друг другу. Определение заражения воздуха проводится через 200 - 300 м. При обнаружении заражения воздуха СДЯВ дозоры обозначают границы зоны заражения, останавливаются и, как правило, начинают выполнять роль химических наблюдательных постов, контролируя изменение направления распространения СДЯВ и его концентрацию. Дальнейшее движение дозоров осуществляется лишь по команде лица, отвечающего за ведение химической разведки. Химические разведывательные дозоры, в том числе выполняющие задачи химических наблюдательных постов, данные разведки докладывают по радио. Химическая разведка и контроль ведутся в ходе работ постоянно вплоть до полной ликвидации последствий аварии. По завершении ликвидации последствий аварии химический контроль за районом аварии передается санитарным органам.

В целях решения задач химического контроля анализ проб, отобранных химическими разведывательными дозорами, осуществляется в стационарных лабораториях (цеховых, заводских), лабораториях санэпидемстанций или в войсковых лабораториях. Порядок, места, периодичность отбора проб и способы их доставки в лаборатории устанавливаются штабом ликвидации последствий аварии. Для проведения анализов в лабораториях должны использоваться метрологически аттестованные методики, приведенные в справочной литературе по контролю вредных веществ в различных средах. В случае возникновения трудностей при установлении природы СДЯВ, особенно при транспортировании их без сопроводительных документов, пробы этих СДЯВ отправляются для анализа в специализированные лаборатории научных учреждений или вузов. В штабе ликвидации химически опасной аварии на основе данных химической разведки и контроля проводится оценка последствий аварии, принимаются решения по защите населения, планируются мероприятия по ликвидации последствий аварии.

Ведение химической разведки и химического контроля осуществляется с использованием различных средств и методов отбора, подготовки к анализу и анализа СДЯВ. Однако, большинство из них используется только в стационарных условиях специализированных лабораторий. Для решения же задач химической разведки и контроля при ликвидации последствий аварий со СДЯВ наиболее удобны **переносные экспрессные средства**. К таким средствам относятся переносные газосигнализаторы, индикаторные пленки (бумажки), индикаторные трубки, а также сенсоры. Распространенными средствами газового экспресс-анализа являются индикаторные трубки. Их действие основано на цветных (колориметрических) реакциях СДЯВ со специально выбранной индикаторной рецептурой. Индикаторные трубки имеют достаточно высокую чувствительность, позволяющую определять СДЯВ на уровне значений их ПДК. Они просты в эксплуатации и, главное, являются легко переносимыми экспрессными средствами анализа.

Обнаружение и определение отравляющих и сильнодействующих ядовитых веществ основан на изменении окраски индикаторов при взаимодействии с этими химическими веществами зависимости от взятого индикатора и изменения его окраски определяют тип ОВ, а сравнение интенсивности полученной окраски с цветным эталоном позволяет определить приблизительную концентрацию опасного химического вещества или плотность загрязнения. **Способы индикации** отравляющих веществ подразделяются на **физические** и **химические**. Для определения отравляющих веществ в полевых условиях наиболее наглядными и простыми в исполнении оказываются химические способы, которые основываются на взаимодействии отравляющих веществ с различными реактивами (индикаторами), приводящем к видимому изменению среды.

Приборы химической разведки служат для обнаружения отравляющих веществ, их идентификации (опознавания) и определения концентрации. Они делятся на войсковые и специальные, используемые специальными химическими подразделениями. К **войсковым приборам химической разведки** относятся средства индикации, газоопределители и автоматические



газосигнализаторы. **Войсковой прибор химической разведки (ВПХР)** предназначен для определения в воздухе, на местности, вооружении и военной технике зарина, зомана, иприта, фосгена, дифосгена, синильной кислоты, хлорциана, а также паров VX и BZ в воздухе.

**Индикаторные трубки** предназначены для определения отравляющих веществ, и представляют собой стеклянные запаянные с двух концов трубки с помещенными внутри их наполнителем и ампулами с реактивами. Индикаторные трубки имеют условную маркировку, нанесенную в виде одного или нескольких цветных колец на ее верхней части. Трубки одинаковой маркировки помещаются в бумажные кассеты — по 10 штук в кассете. На чехле кассеты имеется та же маркировка, что и на трубках, указан срок годности индикаторных трубок, кроме того, наклеен цветной эталон, на котором даны окраски, возникающие на наполнителе трубок при взаимодействии индикатора с отравляющим веществом, порядок работы с индикаторной трубкой. В прибор ВПХР входят три комплекта индикаторных трубок. Реактивы, используемые в индикаторных трубках, являются специфичными, образуют окрашенные соединения только с конкретно определенным отравляющим веществом (или определенной группой отравляющих веществ).