

Лекция 4.

Технологии проведения АСР при авариях на химически опасных объектах

4.1. Основные понятия, термины, определения и характеристики поражающих факторов.

Химическая авария — авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений, или химическому заражению окружающей природной среды.

Очаг химического поражения — территория, в пределах которой в результате воздействия опасных химических веществ произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений.

Химическое заражение — распространение опасных химических веществ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

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 является составной частью очага химического поражения. Она характеризуется масштабами распространения первичного и вторичного облаков зараженного воздуха.

Различают зону возможного химического заражения и зону фактического химического заражения.

АХОВ – Аварийно химически опасные вещества

Первичное облако — облако паров АХОВ, образующееся в результате практически мгновенного (1-3 мин.) перехода в атмосферу пролитого (выброшенного) при аварии вещества.

Вторичное облако — облако паров АХОВ, образующееся в результате постепенного испарения разлившегося вещества с поддона или подстилающей поверхности.

Пролив АХОВ — вытекание при разгерметизации из технологических установок, емкости для хранения или транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способном вызывать химическую аварию.

Выброс АХОВ — выход при разгерметизации за короткий промежуток времени из технологических установок, емкостей для хранения и транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способном вызвать химическую аварию.

По способу проникновения АХОВ подразделяются на три группы:

1. **Ингаляционного действия** (через органы дыхания).
2. **Перорального действия** (через желудочно-кишечный тракт).
3. **Кожно-резорбтивного действия** (через кожный покров).

Классификация химически опасных веществ по действию на организм человека.

Номер группы	Характер действия вещества на организм	Примеры вещества
1	Общетоксическое	Сероводород, сероуглерод, окись этилена, синильная кислота, хлорциан, акролеин, акрилонитрил, ацетонитрил, ацетонциангидрин, водород мышьяковистый
2	Раздражающее	Хлор, фосфор треххлористый, фосфора хлорокись, сернистый ангидрид, фтор, водород фтористый, водород хлористый, водород бромистый, азота оксиды, этиленимин, метиламин, метилакрилат, этиленсульфид, диметиламин, триметиламин
3	Прижигающее	Соляная кислота, аммиак
4	Удушающее	Фосген, хлорпикрин
5	Наркотическое	Метил хлористый, метил бромистый, формальдегид, метилмеркаптан, этилмеркаптан
6	Сенсибилизирующее	Формальдегид, растворители
7	Концерогенное	Асбест, амины, оксиды хрома
8	Мутагенное	Свинец, марганец, радиоактивные вещества
9	Репродуктивное	Ртуть, свинец, радиоактивные вещества

Основными характеристиками токсических свойств АХОВ являются предельно допустимая концентрация (ПДК) и токсическая доза (пороговая, поражающая, смертельная).

Пороговая (поражающая, смертельная) **токсодоза** — произведение концентрации АХОВ в данном месте зоны химического заражения на время пребывания человека в этом месте без средств защиты органов дыхания, в течение которого проявляются определенные степени токсического воздействия данного АХОВ на человека: первые слабые признаки отравления (пороговая токсодоза), существенное отравление с соответствующими симптомами (поражающая токсодоза), кома (смертельная доза).

Предельно допустимая концентрация АХОВ (ПДК) — максимальное количество АХОВ в почве, воздушной или водной среде, продовольствии, пищевом сырье и кормах, измеряемое в единице объема или массы, которое при постоянном контакте с человеком или при воздействии на него за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий.

По степени опасности ПДК АХОВ подразделяют на четыре группы:

1. Чрезвычайно опасные, ПДК $< 0,1$ мг/м³
(тетроэтилсвинец, ртуть, соединения хрома).
2. Весьма опасные, ПДК = $0,1 \div 1$ мг/м³ (хлор, формальдегид, кислоты).
3. Умеренно опасные, ПДК = $1 \div 10$ мг/м³
(сероводород, сернистый ангидрид, бензол, метанол).
4. Мало опасные, ПДК > 10 мг/м³ (аммиак, окись углерода, бензин, керосин, спирт).

Химическая обстановка при авариях на ХОО

подразделяется на четыре основных типа:

- с образованием только первичного облака АХОВ;
- с образованием пролива, первичного и вторичного облаков АХОВ;
- с образованием пролива и только вторичного облака АХОВ;
- только с заражением территории (грунта, воды) малолетучими АХОВ.

Аварии на химически опасных объектах по типу возникновения делятся на **производственные** и **транспортные**, при которых нарушается герметичность емкостей и трубопроводов, содержащих токсичные вещества.

Основные типы химической обстановки

Тип химической обстановки	Причины возникновения	Поражающие факторы
1	Мгновенная разгерметизация (взрыв) емкостей со сжиженными АХОВ или с газообразным под давлением	Ингаляционное воздействие от первичного мощного облака с высокой концентрацией АХОВ
2	Аварийные выбросы или проливы сжиженных АХОВ, часть которых (< 10 %) мгновенно испаряется, образуя первичное облако, после постепенного испарения — вторичное облако	1. Ингаляционное воздействие от первичного облака. 2. Воздействие от вторичного облака. 3. Заражение грунта и воды
3	Пролив в поддон (обвалование) АХОВ с t^0 кипения ниже или близкой к комнатной, а также горении удобрений	Воздействие от вторичного облака
4	Выброс и пролив малолетучих АХОВ, t^0 кипения больше комнатной	Заражение местности, воды, пероральное и резервативное воздействие

Классификация химически опасных объектов по степени опасности для населения

Степени химической опасности объектов	Количество человек, попавших в зону химического загрязнения при авариях
1	Более 75 тыс. человек
2	От 40 тыс. человек
3	Менее 40 тыс. человек
4	Оценке не подлежит

По масштабам последствий **химические аварии** классифицируются следующим образом:

- локальные – последствия которых ограничиваются одним цехом (агрегатом, сооружением) химически опасного объекта;
- местные – последствия которых ограничиваются производственной площадкой химически опасного объекта или его санитарно-защитной зоной;
- общие – последствия которых распространяются за пределы санитарно-защитной зоны химически опасного объекта.

По сфере возникновения **химические аварии** классифицируются на:

- аварии на хранилищах токсичных веществ;
- аварии при ведении технологических процессов (возможные источники загрязнения – технологические емкости и реакционная аппаратура);
- аварии при транспортировке токсичных веществ по трубопроводам или железнодорожными цистернами.

Токсичные вещества и их основные свойства

Токсические свойства

Вещество	Молярная масса μ	Плотность газа $\rho_{\text{г}}$, кг/м ³	Плотность жидк. $\rho_{\text{ж}}$, кг/м ³	Температура кип. $T_{\text{кип}}$, °С	Теплоемкость газа C_p , кДж/кг/°С	Коэффициент C_p/C_v , γ	Пороговая токсодоза PCl_{50} , мг·мин/л	Смертельная токсодоза LCt_{50} , мг·мин/л	Теплота испарения $\Delta H_{\text{исп}}$, кДж/кг
Аммиак	17,0	0,8	681	-33,4	2,1	1,34	15,0	150	1360
Фтористый водород	20,4	0,92	989	19,4	1,42	1,3	4,0	40	1560
Хлористый водород	36,5	1,64	1191	-85,1	0,8	1,41	2,0	20	300
Бромистый водород	80,9	3,50	1490	-67,8	0,36	1,42	2,4	24	217
Цианистый водород	27,0	0,9	689	25,6	1,33	1,31	0,2	6	933
Сероводород	34,1	1,5	964	-60,4	1,04	1,3	1,0	15	310
Серовуглерод	76,1	6,0	1263	46,2	0,67	1,24	30,0	500	352
Формальдегид	30	1,03	815	-19,3	1,32	1,3	0,6	6	273
Фосген	98,9	3,48	1420	8,2	0,67	1,3	0,55	3,2	158
Фтор	38,0	1,7	1512	-188,0	3,32	1,3	0,2	3	727
Хлор	70,9	3,2	1553	-34,1	0,48	1,3	0,6	6	288
Хлорциан	61,5	2,52	1258	12,6	0,73	1,3	0,75	11	208
Окись углерода	28	0,97	1000	-191,6	1,04	1,29	10,0	37,5	216
Окись этилена	44	1,7	882	10,7	1,72	1,3	2,2	25	320
Метан	16	0,68	161	-162	1,77	1,42	-	-	514

В зависимости от температуры кипения **ТОКСИЧНЫЕ вещества** подразделяются на три группы:

К первой группе относятся вещества, которые имеют точку кипения ниже минус 40°C (нижнего предела возможных температур). В аварийной ситуации они в результате интенсивного выброса вызывают образование только первичного газового облака, которое может создать опасность взрыва и пожара, а также привести к резкому снижению содержания кислорода в воздухе, особенно в небольших закрытых помещениях.

Ко второй группе относятся вещества, имеющие точку кипения в интервале температур от минус 40⁰С до плюс 40⁰С. Вещества этой группы, находящиеся в парообразном состоянии легко переводятся в жидкое состояние при сжатии. Хранятся в изотермических емкостях в охлажденном виде, либо при обычной температуре под давлением.

При разливе (выбросе) веществ, находящихся под давлением, образуются первичное и вторичное облака загрязненного воздуха, остальных веществ — только вторичное облако.

К третьей группе веществ относятся токсичные вещества с температурой кипения выше 40°C (верхнего предела возможных температур). В эту группу входят вещества, находящиеся при атмосферном давлении в жидком состоянии. В случае аварийного разлива этих веществ происходит загрязнение преимущественно грунтовых вод, возможно образование вторичного облака загрязненного воздуха.

По степени воздействия на организм человека токсичные вещества подразделяются на 4 класса:

- 1 класс – чрезвычайно опасные;
- 2 класс – высоко опасные;
- 3 класс – умеренно опасные;
- 4 класс – малоопасные.

К **чрезвычайно опасным** токсичным веществам относятся:

- некоторые соединения металлов (органические и неорганические производные мышьяка, ртути, свинца, кадмия, цинка и др.);
- карбонилы металлов (тетракарбонил никеля, пентакарбонил железа и др.);
- вещества, содержащие циангруппу (синильная кислота и ее соли, нитрилы, циангидрины, изоцианаты и др.);
- соединения фосфора (фосфорорганические соединения, хлориды фосфора, оксифторид фосфора, фосфин и др.);
- галогены (хлор, бром, фтор);
- галогеноводороды (водород хлористый, водород фтористый, водород бромистый);
- хлоргидрины (этиленхлоргидрин, эпихлоргидрин и др.);
- фторорганические соединения (фторуксусная кислота и ее эфиры, фторэтанол и др.);
- некоторые другие соединения (фосген, окись этилена, амины, алкиловый спирт и др.).

К **ВЫСОКООПАСНЫМ ТОКСИЧНЫМ ВЕЩЕСТВАМ** относятся:

- минеральные и органические кислоты (серная, азотная, соляная, уксусная и др.);
- щелочи (аммиак, едкий натр, едкий калий и др.);
- серосодержащие соединения (сульфиды, сероуглерод, тиокислоты, тиоцианаты и др.);
- галогензамещенные углеводы (хлористый метил, бромистый метил и др.);
- органические и неорганические нитро- и аминосоединения (гидразин, аналин, нитробензол, толуидин и др.);
- фенолы, крезолы и их производные.

К **умеренно** и **малоопасным токсичным веществам** относятся остальные потенциально опасные химические соединения.

4.2. Характер химических аварий и масштабы их последствий

Основные исходы химических аварий:

- выбросы (разливы) токсичных веществ;
- мгновенное или постепенное испарение;
- дисперсия газов с нейтральной и положительной плавучестью;
- дисперсия тяжелого газа;
- возгорание жидкостей, зданий, сооружений и т.п.;
- взрывы различного характера ограниченные, в свободном пространстве, взрывы паровых облаков, пылевые взрывы, детонации, физические взрывы. Взрывы конденсированной фазы).

4 фазы химических аварий:

- инициирование аварии;
- развитие аварии;
- выход последствий за пределы химически опасного объекта;
- локализация и ликвидация последствий аварии.

Основные последствия химических аварий:

- разрушения зданий, оборудования, технологических линий и т.п.;
- возгорание зданий, сооружений, жидкостей и т.п.;
- загрязнение окружающей среды (атмосферного воздуха, земли, недр, почвы, воды, растительного и животного мира, зданий, сооружений, технологического оборудования и т.п.);
- поражение людей, оказавшихся в зоне токсического воздействия без необходимых средств защиты или не успевших ее использовать.

4.3. Химическая разведка и поиск пострадавших

Химическая разведка начинается с обследования очага поражения с привлечением имеющихся на объекте ПСФ, обеспеченных приборами химической разведки, и включает в себя определение наличия АХОВ, их концентрацию в воздухе и отбор проб грунта.

При проведении химической разведки в очаге поражения наличие АХОВ определяется через 20-30 м в каждом помещении, в больших помещениях – через 10-15 м. Особое внимание обращается на участки возможного скопления АХОВ (подвальные помещения, плохо проветриваемые места). Пробы воздуха берутся в местах определения наличия АХОВ, пробы АХОВ в жидком состоянии — в местах их протечек. На территории аварийного объекта отбираются пробы грунта.

Войсковые приборы химической разведки

подразделяются на две группы:

- приборы, основанные на использовании индикаторных трубок (ВПХР, ППХР, ПГО-11, ПХР-МВ; перечень определяемых АХОВ зависит от комплектации прибора индикаторными трубками);
- автоматические приборы, устанавливаемые на подвижных средствах, принцип действия которых основан на ионизационном (ГСА-1, АГС, ПРХР) и биохимическом (ГСА-123, ГСА-13, ГСА-11) методах индикации.

Для **поиска пострадавших** необходимо:

- обследовать весь участок спасательных работ, в том числе открытые производственные площадки, завалы, поврежденные здания, а также производственные и жилые здания, находящиеся в зоне заражения;
- определить и обозначить места нахождения пострадавших, по возможности установить с ними связь;
- определить состояние пострадавших;
- выявить наличие и опасность воздействия на пострадавших пожаров, задымления, обрушения неустойчивых конструкций и их обломков;
- определить способы и ориентировочные объемы работ, выполняемых для спасения пострадавших, оценить возможность оказания им первой медицинской помощи и устранить или ограничить воздействие на людей других поражающих факторов.

4.4. Ликвидация последствий аварий на химических опасных объектах

Решение о проведении обеззараживания АХОВ принимается на основании данных **рекогносцировки района аварии**, данных **химической разведки** и **контроля заражения**.

В ходе **рекогносцировки** определяются:

- количественные характеристики пролива и площадь растекания АХОВ;
- необходимость устранения аварии на коммуникациях (технологических линиях), последовательность перекачки АХОВ из поврежденных емкостей;
- места устройства заградительных валов, колодцев, направляющих канав, ограничивающих растекание вещества;
- порядок и способы обеззараживания выброса (пролива) АХОВ в районе аварии, обеззараживания местности, оборудования и промышленных зданий;
- требуемое количество личного состава, техники, нейтрализующих веществ и растворов;
- место сосредоточения сил и средств;
- размещение площадки приготовления нейтрализующих растворов и зарядки машин;
- пути подъезда и подхода к местам работ;
- метеоусловия и места размещения пунктов управления, питания, выдачи средств защиты и т.д.

Обеззараживание АХОВ производится **жидкостным** и **безжидкостным** способами.

К **жидкостному способу** относятся обработка объектов и сред, зараженных АХОВ, растворами химически активных реагентов, разбавление их жидкой фазы водой и органическими растворителями.

К **безжидкостному способу** относится обработка места нахождения АХОВ сыпучими сорбирующими материалами.

Для **обеззараживания АХОВ** применяют:

- воду;
- водные растворы веществ;
- песок, шлак;
- отходы производства, содержащие в своем составе щелочи, кислоты, вещества окислительного и окислительно-хлорирующего действия.

Приготовление **нейтрализующих растворов** в автомобильной цистерне осуществляется следующим способом:

- цистерна наполовину заполняется водой (аммиачной водой);
- вносятся необходимые компоненты раствора;
- производится тщательное перемешивание;
- цистерна заполняется водой (аммиачной водой) до установленного уровня;
- раствор перемешивается окончательно.

Для **обеззараживания утечки АХОВ** используются технические средства, в том числе:

- поливочно-моечные машины на базе шасси ЗИЛ-130 (ПМ-130, КО-002), КАМАЗа (КО-802);
- вакуумные машины КО-503, КО-505;
- подметательно-уборочные машины ПУ-53, КО-304А, КО-309;
- пескоразбрасыватели КО-104А, КО-105, КО-106, КО-105УР, КО-802;
- водораздатчики ВУК-3, ВУО-3;
- машины для внесения в почву жидких удобрений ВУ-3, РЖУ-3,6, РЖТ-8, РЖТ-16;
- машины для разбрасывания твердых удобрений РОУ-6, ПРТ-10, ПТ-16.