

Практическое занятие ЧС на ХОО

Тема: Оценка устойчивости функционирования объектов экономики и безопасности жизнедеятельности населения и персонала в прогнозируемых условиях чрезвычайных ситуаций: **поражающие факторы, возникающие при аварии на химически опасном объекте.**

Учебная цель: владеть методами защиты персонала объекта связи и населения в условиях чрезвычайных ситуаций.

Воспитательная цель:

- воспитывать профессиональные качества руководителя объекта связи;
- воспитывать гордость за обучение в ведущем вузе Россвязи и принадлежность к инфокоммуникационной отрасли.

Легенда:

В результате аварии на химическом предприятии произошёл вылив АХОВ на территорию, в результате которого произошло загрязнение окружающей среды и возможно поражение работников объекта связи.

Определить:

- параметры зоны химического загрязнения – площадь разлива АХОВ, глубина и ширина зоны химического загрязнения;
- время подхода зараженного воздуха к объекту связи;
- времени поражающего действия АХОВ;
- возможные потери среди работников объекта связи.

ПРИМЕР РАСЧЁТА

Исходные условия:

Число работающих в смене на объекте связи $N_{oc} = 50$ человек.

Обеспеченность средствами индивидуальной защиты органов дыхания от АХОВ 60%.

Объект связи находится на расстоянии $R_3 = 3,5$ км от химического объекта.

На химическом объекте находится АХОВ аммиак в количестве $G = 100$ т.

Способ хранения АХОВ – в необвалованной ёмкости.

Скорость ветра в приземном слое составляет $v = 2$ м/с.

Решение:

1. Определяем параметры зоны химического загрязнения.

1.1. Площадь разлива аммиака:

$$S_p = \frac{G}{\rho \times d} = \frac{100}{0,68 \times 0,05} = 2941 \text{ м}^2 \approx 3000 \text{ м}^2$$

где G масса АХОВ в тоннах,

ρ – удельная плотность АХОВ, т/м³

d – толщина слоя разлива АХОВ, м (для не обвалованных емкостей $d = 0,05$ м, для обвалованных емкостей $d = 0,45–0,5$ м).

В идеальном случае разлив происходит по окружности с радиусом r_p , в метрах:

$$r_p = \sqrt[2]{\frac{S_p}{\pi}} = \sqrt[2]{\frac{3000}{3,14}} = 31 \text{ м}$$

1.2. Длина l и ширина b зоны вылива равна $2r_p$, следовательно:

$$l = b = 62 \text{ м}$$

1.3. Определяем глубину зоны химического заражения для вертикальной устойчивости воздуха – инверсия, изотермия и конвекция.

Глубина распространения облака зараженного АХОВ на открытой местности.

Ёмкости не обвалованы, скорость ветра в приземном слое 1 м/с, изотермия

Наименование АХОВ	Удельная плотность ρ , т/м ³	Количество АХОВ в ёмкости, т				
		25	50	75	100	150
Хлор	1,56	11,5	16,0	19,0	21,0	25,0
Фосген	1,42	11,5	16,0	19,0	21,0	25,0
Аммиак	0,68	1,3	1,9	2,4	3,0	3,8
Сернистый ангидрид	1,46	1,4	2,0	2,5	3,5	4,5
Сероводород	0,98	2,5	4,0	5,0	8,8	10,2

при изотермии $\Gamma_{\text{изот}} = 3 \text{ км}$

Глубина распространения облака при инверсии будет примерно в 5 раз больше, а при конвекции – в 5 раз меньше, чем при изотермии.

при инверсии $\Gamma_{\text{инв}} = 3 \times 5 = 15 \text{ км}$

при конвекции $\Gamma_{\text{конв}} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ км}$

Глубина распространения облака на зараженной территории (в населенных пунктах со сплошной застройкой, в лесных массивах) будет примерно в 3,5 раза меньше, чем на открытой местности при соответствующей степени вертикальной устойчивости воздуха и скорости ветра.

Для обвалованных емкостей с АХОВ глубина распространения облака уменьшается в 1,5 раза.

При скорости ветра более 1 м/с вводятся поправочные коэффициенты.

Поправочные коэффициенты при определении глубины распространения облака, зараженного АХОВ при скорости ветра более 1 м/с

Степень вертикальной устойчивости воздуха	Скорость ветра, м/с					
	1	2	3	4	5	6
Инверсия	1,0	0,6	0,45	0,38	-	-
Изотермия	1,0	0,7	0,55	0,50	0,45	0,41
Конвекция	1,0	0,7	0,62	0,55	-	-

при изотермии $\Gamma_{\text{изот}} = 3 \times 0,7 = 2,1 \text{ км}$

при инверсии $\Gamma_{\text{инв}} = 15 \times 0,6 = 9 \text{ км}$

при конвекции $\Gamma_{\text{конв}} = 0,6 \times 0,7 = 0,42 \text{ км}$

1.4. Определяем ширину зоны химического заражения для случаев вертикальной устойчивости воздуха – инверсия, изотермия и конвекция:

ширина зоны при изотермии $\text{Ш}_{\text{изот}} = \Gamma_{\text{изот}} \times 0,15 = 2,1 \times 0,15 = 0,32 \text{ км}$

ширина зоны при инверсии $\text{Ш}_{\text{инв}} = \Gamma_{\text{инв}} \times 0,03 = 9 \times 0,03 = 0,27 \text{ км}$

ширина зоны при конвекции $\text{Ш}_{\text{конв}} = \Gamma_{\text{конв}} \times 0,8 = 0,42 \times 0,8 = 0,34 \text{ км}$

Вывод:

Из рассмотрения зон химического заражения для различных случаев вертикальной устойчивости воздуха видим, что наиболее опасным является случай – инверсия.

Ширина зоны химического заражения при инверсии составит 0,27 км, что при благоприятных условиях (достаточного времени до подхода зараженного облака к предприятию) возможно эвакуация (выведение) людей за пределы зоны химического заражения на расстояние половины ширины т.е. на 100-150м.

1.4. Определяем среднюю скорость ветра:

Средняя скорость ветра отличается от скорости ветра в приземном слое, так как с увеличением расстояния воздух поднимается, и скорость перемещения зараженного воздуха увеличивается:

$$v_{\text{ср}} = (1,5 \dots 2) \times v = 1,5 \times 2 = 3 \text{ м/с}$$

Множители (1,5...2) выбираются в зависимости от расстояния. При расстоянии до точки наблюдения менее 10 км выбирается множитель 1,5, а при более 10 км – 2.

В нашем случае $R_3 = 3,5 \text{ км} < 10 \text{ км}$, поэтому выбираем множитель 1,5 и при скорости ветра в приземном слое 2 м/с средняя скорость ветра будет 3 м/с.

1.5. Определяем время подхода зараженного облака к объекту связи:

$$t_{\text{подх}} = \frac{R_3}{60 \times v_{\text{ср}}} = \frac{3500}{60 \times 3} = 19,4 \text{ мин} \approx 19 \text{ мин}$$

Где R_3 – расстояние от места разлива АХОВ, в метрах,

60 – множитель для перевода секунд в минуты,

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость переноса зараженного воздуха воздушным потоком, м/с.

Вывод:

За время подхода зараженного облака к предприятию, равное 19 мин при хорошо организованном оповещении о химической опасности можно подготовить работников к необходимости нахождения в химически опасной зоне, а также достаточно времени чтобы работников вывести за пределы опасной зоны (при скорости передвижения пешехода 5 км/ч возможно за 19 мин преодолеть расстояние около 1500 м, что в 2 раза превышает половину ширины зоны химического заражения, т.е. на 600-700 м).

1.6. Определяем время поражающего действия АХОВ

Для определения времени поражающего действия АХОВ (аммиака) воспользуемся таблицей.

Время испарения АХОВ, час., при скорости ветра 1 м/с

Наименование АХОВ	Вид хранения АХОВ	
	Не обвалованные емкости	Обвалованные емкости
Хлор	1,3	22
Фосген	1,4	23
Аммиак	1,2	20
Сернистый ангидрид	1,3	20
Сероводород	1,0	19

$$t_{\text{исп}} = t_{\text{пораж}} = 1,2 \text{ ч}$$

Из таблицы определяем поправочные коэффициенты при скорости ветра более 1 м/с.

Поправочные коэффициенты для определения времени испарения АХОВ, ч, при скорости ветра более 1 м/с

Средняя скорость ветра $v_{\text{ср}}$, м/с	1	2	3	4	5	6
Поправочный коэффициент	1,0	0,7	0,55	0,43	0,37	0,32

$$t_{\text{исп}} = t_{\text{пораж}} = 1,2 \text{ ч} \times 0,55 = 0,66 \text{ ч} \times 60 = 39,6 \text{ мин} \approx 40 \text{ мин}$$

Вывод:

Через 40 мин после начала химического заражения на предприятии уровень химического заражения должен уменьшиться до нормального. Но перед возвращением работников из места временного размещения вне зоны химического заражения (или выхода из герметизированных помещений на предприятии) следует провести химическую разведку местности и помещений и при необходимости провести их дегазацию, силами нештатных аварийно-спасательных формирований предприятия.

1.7. Определяем возможные потери среди персонала объекта связи

Для определения возможных потерь среди работников предприятия воспользуемся данными таблицы.

Возможные потери людей от АХОВ в очаге поражения, %

Условия расположения людей	Обеспеченность людей СИЗ органов дыхания, %									
	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
На открытой местности	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях, в герметизированных помещениях зданий	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Потери (П) персонала объекта связи при их обеспеченности средствами индивидуальной защиты органов дыхания от аммиака – 60% (по условию) и при нахождении работников в герметизированных помещениях здания (или простейших укрытиях) составят 22%.

При численности работающей смены на объекте связи $N_{\text{ос}} = 50$ человек общие потери составят:

$$П = 50 \text{ чел.} \times 0,22 = 11 \text{ чел.}$$

Ориентировочная структура по видам поражения людей от АХОВ составляет:

- поражения легкой степени – 25%;
- средней и тяжелой степени – 40%;
- со смертельным исходом – 35%.

Потери по степени тяжести распределяться следующим образом:

- поражения легкой степени – $11 \text{ чел.} \times 0,25 = 2,75 \approx 3 \text{ чел.}$
- поражения средней и тяжелой степени – $11 \text{ чел.} \times 0,4 = 4,4 \approx 4 \text{ чел.}$
- поражения со смертельным исходом – $11 \text{ чел.} \times 0,35 = 3,85 \approx 4 \text{ чел.}$

Вывод:

Общие потери при воздействии химического заражения от аммиака на предприятии составят 11 чел. При этом, 3 чел. получают поражения легкой степени и им возможно оказание первой помощи непосредственно на предприятии; 4 чел. получают поражения средней и тяжелой степени – им необходимо оказание первой помощи в лечебных учреждениях; 4 чел. получают поражения со смертельным исходом. На предприятии останутся работоспособными 42 чел., которые способны провести мероприятия по ликвидации последствий химического заражения и продолжить производственную деятельность.

Справочный материал

В зависимости от физико-химических свойств и агрегатного состояния АХОВ зоны заражения определяются по первичному и (или) вторичного облаку, при этом:

- для сжиженных газов – по первичному облаку,
- для сжатых газов – по первичному облаку,
- для жидкостей – по вторичному облаку.

Первичное облако – облако зараженного воздуха, образующееся при разрушении (повреждении) емкости в результате мгновенного (1-3 мин.) перехода в атмосферу всего количества или части содержимого в ней АХОВ.

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

Первичное облако образуется лишь при разрушении емкостей, содержащих АХОВ под давлением. Оно характеризуется высокими концентрациями АХОВ, превышающими на несколько порядков смертельные концентрации при кратковременной экспозиции.

Особенностью поражающего действия вторичного облака по сравнению с первичным является то, что концентрация в нем паров АХОВ в 10-100 раз ниже. Продолжительность действия вторичного облака определяется временем испарения АХОВ и временем сохранения устойчивого направления ветра.

В свою очередь скорость испарения АХОВ зависит от его физико-химических свойств, температуры окружающей среды, площади разлива и скорости ветра в приземном слое.

Учитывая пространственную неопределенность направления и скорости ветра следует отметить, что площадь зоны возможного заражения представляет собой площадь территории, в пределах которой под воздействием ветра может перемещаться облако АХОВ.

От скорости ветра в значительной мере зависит форма и размеры зоны заражения. При скорости ветра от 0 до 0,5 м/с прогнозируемая зона заражения представляет окружность с радиусом равным глубине распространения облака, от 0,6 м/с до 1 м/с – полукруг, от 1,1 м/с до 2 м/с – сектор с углом в 90^0 и при скорости ветра более 2,1 м/с – сектор с углом в 45^0 .

Этот сектор характеризует территорию, на которой должны приниматься меры по обеспечению безопасности производственного персонала и населения.

Глубина зоны заражения зависит от скорости переноса переднего фронта зараженного облака. В свою очередь скорость переноса зависит не только от скорости ветра, но и от метеорологических условий, вертикальной устойчивости атмосферы.

Различают три степени вертикальной устойчивости атмосферы: инверсию, изотермию и конвекцию.

Инверсия – состояние приземного слоя воздуха, при котором температура нижнего слоя меньше температуры верхнего слоя (устойчивое состояние атмосферы).

Наблюдается примерно за 1 час до захода солнца, разрушается примерно за 1 час после восхода солнца.

Возникает при ясной погоде, малых (до 4 м/с) скоростях ветра.

Изотермия – состояние приземного слоя воздуха, при котором температура нижнего и верхнего слоев одинаковы (безразличное состояние атмосферы).

Характерна в утренние и вечерние часы (температура воздуха в пределах 20-30 м от земной поверхности практически одинакова).

Конвекция – состояние приземного слоя воздуха, при котором температура нижнего воздуха выше температуры верхнего слоя (неустойчивое состояние воздуха).

Наблюдается примерно через 2 часа после восхода солнца, разрушается примерно за 2-2,5 часа после захода солнца.

Возникает при ясной погоде, малых (до 4 м/с) скоростях ветра.

Инверсия и изотермия обеспечивают сохранение высокой концентрации АХОВ в приземном слое воздуха и распространение зараженного облака на значительные расстояния.

Конвекция вызывает рассеивание зараженного облака, что приводит к снижению концентрации паров АХОВ.

Решение о выходе из зоны заражения работников (или населения) может быть принято самостоятельно руководителем предприятия (главой муниципального образования), если в этом случае риск окажется более оправданным. При преодолении зоны заражения необходимо знать, что в зависимости от удаления от источника заражения и скорости ветра ширина зоны заражения может колебаться от нескольких десятков до нескольких сотен метров. То есть на выход из зоны заражения при движении пешехода со средней скоростью 4 км/ч потребуется максимум 10-15 минут. В условиях воздействия переносимых концентраций этого времени может быть достаточно, чтобы обезопасить себя.

Движение следует осуществлять быстро. Необходимо избегать движения по оврагам, лощинам, паркам, обходить видимые скопления паров химически опасных веществ и дыма.



Рис. Прогнозируемая зона заражения территории при аварии с АХОВ при скорости ветра более 2 м/с и направления вывода населения в безопасные районы

Мероприятия по снижению тяжести последствий и защите персонала при аварии на химически опасном объекте

В связи с скоротечностью возникновения аварии на ХОО защита работников организаций и населения, проживающего вблизи ХОО, и сохранения их трудоспособности должна быть заранее спланированной.

Планируемые мероприятия по защите персонала объектов экономики и населения отражаются в «Плане действий по предупреждению и ликвидации ЧС».

В полном объеме мероприятия, проводимые в случае возможной аварии, выполняются на химически опасных объектах, а на предприятиях, расположенных вблизи их, проводятся только отдельные мероприятия, позволяющие обеспечить защиту работников.

Организационные мероприятия – проводятся на объектах заблаговременно, основными из них являются:

- контроль химической обстановки в повседневных условиях;

- организация системы оповещения работников и населения в случае аварии и периодическая ее проверка;

- обеспечение работников СИЗ и в первую очередь наибольшей работающей смены, содержание их в постоянной готовности;

- заблаговременное прогнозирование зон возможного загрязнения АХОВ по реальным метеоданным (направление и скорость ветра в приземном слое атмосферы измеряется не менее 2-х раз в сутки).

- организация укрытия в защитных сооружениях, имеющихся на предприятии или эвакуации рабочих, служащих и населения при необходимости.

Инженерно-технические мероприятия предусматривают:

- содержание в исправном состоянии оборудования, КИП, средств автоматизации, трубопроводов, складов АХОВ, аварийной сигнализации;

- своевременное выполнение графика планово-предупредительного ремонта химического оборудования и транспортных средств на ХОО;

- содержание в рабочем состоянии технических средств обнаружения АХОВ;

- рассредоточение запасов АХОВ, строительство для них заглубленных хранилищ, размещение под хранилищем АХОВ аварийных резервуаров ловушек, направленных стоков;

- рекогносцировка и оборудование рубежей постановки отсечных водных завес на наиболее вероятных направлениях распространения АХОВ в зависимости от розы ветров;

- поддержание в постоянной готовности газоспасательной службы и других формирований, предназначенных для ликвидации последствий химического заражения;

- соблюдение на объекте установленных правил техники безопасности.

В случае аварии, связанной с выбросом (выливом) АХОВ, немедленно организуется мероприятия по локализации и ликвидации последствий химического заражения, при этом:

- оповещаются должностные лица, работники и население о возникновении аварии;

- проводится оценка химической обстановки;

- организуется ведение химической разведки и обозначение границ очага химического загрязнения;

- организуется охрана района аварии;

- используются средства индивидуальной и коллективной защиты;

- организуется поиск, вынос пораженных, и оказание им первой медицинской помощи;

- проводится эвакуация работников из очага химического загрязнения или угрожаемой зоны загрязнения;

- выполняются неотложные аварийно-технические мероприятия по локализации и ликвидации очага химического загрязнения.