

Сакова Н.В.

**Прогнозирование аварий на химически
опасных объектах**

**Методические указания для выполнения
практической работы**

1. Аварии на химически опасных объектах

Химически опасный объект – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют аварийно химически опасные вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей среды.

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

К аварийным химическим опасным веществам относятся аммиак, хлор, сернистый ангидрид, сероуглерод, треххлористый фосфор, фтористый водород и др.

Опасные химические вещества используются на предприятиях химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, целлюлозно-бумажной и других объектах, а также в холодильных установках, на водопроводах и очистных сооружениях. Большое количество АХОВ может находиться на складах и базах ядохимикатов, на железнодорожных станциях при перевозках и т.п.

На предприятиях создаются запасы АХОВ, обеспечивающие трехсуточную работу. Их ежесекундные запасы на отдельном ХОО могут достигать десятки, сотни и тысячи тонн. Хранение АХОВ осуществляется на специальных складах в емкостях повышенной прочности. Для каждой группы емкостей по периметру оборудуется замкнутая земляная обваловка или ограждающая стенка из несгораемых и антикоррозийных материалов.

В результате разрушения при повреждении емкостей, технических коммуникаций, ошибочных действий персонала в окружающее пространство может быть выброшено значительное количество вредных веществ, что может привести к заражению не только территории объекта, но и рядом находящихся районов.

Зона химического заражения включает участок разлива (выброса) АХОВ и территорию, над которой распространились пары этих веществ в поражающих концентрациях. Она характеризуется глубиной и площадью заражения, продолжительностью поражающего действия АХОВ и количеством очагов поражения.

Развитие аварии на ХОО и масштабы возможных ЧС в большой мере зависят от способа хранения АХОВ. Такие вещества как хлор, аммиак, сероводород, фтор и др. имеют низкие температуры кипения и при нормальных температурах находятся в газообразном состоянии. Поскольку в таком состоянии они занимают большие объемы, то для их хранения и транспортировки используют способы, позволяющие сократить объем.

Наиболее эффективным способом является сжижение газов, при котором их объем уменьшается в 800 – 1000 раз. В виде жидкости вещества

хранят двумя способами. Первый способ – хранение под давлением, при котором температура кипения вещества повышается выше температуры окружающей среды. Низкокипящие жидкости при этом находятся в перегретом состоянии и при разгерметизации емкости начинают бурно кипеть, образуя в окружающем пространстве *первичное* зараженное облако. При недостатке энергии для выкипания всего вещества остающаяся жидкость растекается по подстилающей поверхности и испаряется более медленно, образуя *вторичное* зараженное облако.

Второй способ хранения вещества в сжиженном состоянии – изотермическое хранение при температурах на $0,1 - 0,2$ ° С ниже температуры кипения вещества при нормальном давлении. При разгерметизации хранилища в первичное облако переходит незначительное количества вещества.

Хранение веществ с температурами кипения ниже $-40...-50$ ° С осуществляется при частичном сжатии, при котором вещество хранится в виде газа, но занимает меньший объем. При разгерметизации емкости образуется только первичное облако.

Наиболее тяжелые последствия действия АХОВ – поражение и гибель людей, животных, растений характеризуются токсической дозой (токсодозой), т.е. тем наименьшим количеством АХОВ в единице объема зараженного воздуха, при котором ощущается физиологический эффект за определенное время.

$$D = C \cdot T, \text{ г} \cdot \text{мин} / \text{м}^3,$$

Где D - токсодоза, $\text{г} \cdot \text{мин} / \text{м}^3$,

C - концентрация АХОВ, $\text{г} / \text{м}^3$,

T -время действия АХОВ, мин.

Различают *пороговую* (начальные проявления токсического действия вещества), *выводящую из строя* и *смертельную* токсодозы, средние или абсолютные. Средняя пороговая ингаляционная токсодоза является критерием при определении внешних границ зон заражения.

Конфигурация района распространения паров АХОВ при скорости ветра более 1 м/с представляет собой сектор. Глубина, площадь зоны заражения зависят от количества разлитых АХОВ, скорости приземного ветра, вертикальной устойчивости воздуха (распределения температур в приземном слое воздуха).

Степень вертикальной устойчивости воздуха характеризуется следующими состояниями атмосферы в приземном слое:

- *инверсия* (нижние слои воздуха холоднее верхних) возникает при ясной погоде, малых (до 4 м/с) скоростях ветра, примерно за 1 ч до захода солнца и разрушается в течение 1 часа после восхода; при инверсии практически отсутствует перемешивание воздуха вертикали, т.е. все ядовитые вещества (газы, пары, аэрозоли АХОВ и других веществ) накапливаются у поверхности земли;

- *конвекция* (нижний слой воздуха нагреты сильнее верхних; происходит перемешивание его по вертикали) возникает при ясной погоде и малых (до 4 м/с) скоростях ветра, примерно через 2 ч после восхода солнца и разрушается за 2-2,5 ч до захода; конвекция – наиболее благоприятное состояние атмосферы ; при ней происходит относительно быстрая естественная дегазация приземных слоев воздуха;
- *изотермия* (температура воздуха в пределах до 20-30м от земной поверхности почти одинакова) обычно наблюдается в пасмурную погоду, при снежном покрове, при снежном покрове, при скорости ветра больше 4 м/с; занимает промежуточное положение между инверсией и конвекцией; при изотермии вертикальное перемешивание воздуха практически отсутствует, но в горизонтальном направлении ядовитые вещества, , как правило, рассеиваются на большие площади и поэтому границы зоны распространения опасных концентраций АХОВ оказываются на сравнительно небольших расстояниях от источника (поврежденной емкости).

Причины аварий на химически опасных объектах, их виды и классификация.

Несмотря на принимаемые меры в области обеспечения промышленной безопасности полностью исключить вероятность возникновения аварий практически невозможно.

Причины аварий, в большинстве случаев, связаны с нарушениями установленных норм и правил при проектировании, строительстве и реконструкции ХОО, нарушением технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, аппаратов и реакторов, низкой трудовой и технологической дисциплины производственного процесса.

Одна из возможных причин аварий на ХОО – стихийные бедствия.

Аварии на ХОО могут быть классифицированы по:

- типу возникновения;
- источнику выброса;
- масштабам последствий;
- сфере возникновения;
- вероятному сценарию развития аварии и категориям.

По типу возникновения аварии делятся на производственные и транспортные, при которых нарушается герметичность емкостей и трубопроводов, содержащих АХОВ.

По источнику выброса АХОВ подразделяются на:

- аварии с выбросом или выливом АХОВ при их производстве, переработке или хранении;
- аварии на транспорте с выбросом АХОВ;
- образование и распространение паров, аэрозолей АХОВ в процессе протекания химических реакций, начавшихся в результате аварии;
- аварии с химическими боеприпасами.

По масштабам последствий химически опасные аварии классифицируются следующим образом:

- локальные – последствия которых ограничиваются одним цехом, участком 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 подразделяются на:

- аварии на хранилищах АХОВ;
- аварии при ведении технологических процессов производства на ХОО;

- аварии при транспортировании АХОВ по трубопроводам или железнодорожными (автомобильными) емкостями по территории объекта.

Вероятный сценарий аварии зависит от физико-химических свойств АХОВ и условий их использования, хранения и транспортирования. В результате аварии на ХОО могут возникать чрезвычайные ситуации четырех типов, отличающиеся друг от друга характером воздействия поражающих факторов, а также организацией мероприятий защиты от них производственного персонала и населения.

Первый тип ЧС – с образованием только первичного облака АХОВ.

Второй тип ЧС – с образованием пролива, первичного и вторичного облаков АХОВ.

Третий тип ЧС – с образованием пролива и только вторичного облака АХОВ.

Четвертый тип ЧС – с заражением территории (грунта, воды) малолетучими АХОВ (диоксином, фенолом, сероуглеродом, солями водорода цианистого и др.).

Классификация аварий на химически опасных объектах производится по двум категориям:

Аварии I категории – аварии в результате взрывов, вызывающих разрушение технологического оборудования, инженерных сооружений производств, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции и для его восстановления требуются специальные ассигнования от вышестоящих организаций.

Аварии II категории – повреждено основное или вспомогательное оборудование, инженерные сооружения, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции и для восстановления производства требуется затрата более нормативной суммы на плановый капитальный ремонт, но не нужно специальных ассигнований от выше стоящих организаций.

2. Методика прогнозирования масштабов загрязнения и тяжести последствий

2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1. Настоящая методика позволяет осуществлять прогнозирование масштабов зон заражения при авариях на технологических емкостях и хранилищах, при транспортировке железнодорожным, трубопроводным и другими видами транспорта, а также в случае разрушения химически опасных объектов.

2.1.2. Методика распространяется на случай выброса АХОВ в атмосферу в газообразном, парообразном или аэрозольном состоянии.

2.1.3. Масштабы заражения АХОВ в зависимости от их физических свойств и агрегатного состояния рассчитываются для первичного и вторичного облаков:

для сжиженных газов - отдельно для первичного и вторичного; для сжатых газов - только для первичного; для ядовитых жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды, - только для вторичного.

2.1.4. Исходные данные для прогнозирования масштабов заражения АХОВ:

общее количество АХОВ на объекте и данные о размещении их запасов в технологических емкостях и трубопроводах;

количество АХОВ, выброшенных в атмосферу, и характер их разлива на подстилающей поверхности ("свободно", "в поддон" или "в обваловку");

высота поддона или обваловки складских емкостей;

метеорологические условия: температура воздуха, скорость ветра на высоте 10 м (на высоте флюгера), степень вертикальной устойчивости воздуха (приложение 1);

Степень вертикальной устойчивости воздуха характеризуется следующими состояниями атмосферы в приземном слое:

- *инверсия* (нижние слои воздуха холоднее верхних) возникает при ясной погоде, малых (до 4 м/с) скоростях ветра, примерно за 1 ч до захода солнца и разрушается в течение 1 часа после восхода; при инверсии практически отсутствует перемешивание воздуха вертикали, т.е. все ядовитые вещества (газы, пары, аэрозоли АХОВ и других веществ) накапливаются у поверхности земли;
- *конвекция* (нижний слой воздуха нагрет сильнее верхних; происходит перемешивание его по вертикали) возникает при ясной погоде и малых (до 4 м/с) скоростях ветра, примерно через 2 ч после восхода солнца и разрушается за 2-2,5 ч до захода; конвекция – наиболее благоприятное состояние атмосферы; при ней происходит относительно быстрая естественная дегазация приземных слоев воздуха;
- *изотермия* (температура воздуха в пределах до 20-30 м от земной поверхности почти одинакова) обычно наблюдается в

пасмурную погоду, при снежном покрове, при снежном покрове, при скорости ветра больше 4 м/с; занимает промежуточное положение между инверсией и конвекцией; при изотермии вертикальное перемешивание воздуха практически отсутствует, но в горизонтальном направлении ядовитые вещества, как правило, рассеиваются на большие площади и поэтому границы зоны распространения опасных концентраций АХОВ оказываются на сравнительно небольших расстояниях от источника (поврежденной емкости).

2.1.5. При заблаговременном прогнозировании масштабов заражения на случай производственных аварий в качестве исходных данных рекомендуется принимать: выброс АХОВ (Q_0)-количество АХОВ в максимальной по объему единичной емкости (технологической, складской, транспортной и др.), метеорологические условия - инверсия, скорость ветра 1 м/с.

Для прогноза масштабов заражения непосредственно после аварии должны браться конкретные данные о количестве выброшенного (разлившегося) АХОВ и реальные метеоусловия.

2.1.6. Внешние границы зоны заражения АХОВ рассчитываются по пороговой токсодозе при ингаляционном воздействии на организм человека.

2.1.7. Принятые допущения

Емкости, содержащие АХОВ, при авариях разрушаются полностью.

Толщина h слоя жидкости для АХОВ, разлившихся свободно на подстилающей поверхности, принимается равной 0,05 м по всей площади разлива; для АХОВ, разлившихся в поддон или обваловку, определяется следующим образом:

а) при разливах из емкостей, имеющих самостоятельный поддон (обваловку):

$$h = H - 0,2,$$

где H - высота поддона (обваловки), м;

Предельное время пребывания людей в зоне заражения и продолжительность сохранения неизменными метеорологических условий (степени вертикальной устойчивости атмосферы, направления и скорости ветра) составляет 4 ч. По истечении указанного времени прогноз обстановки должен уточняться.

3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГЛУБИНЫ ЗОНЫ ЗАРАЖЕНИЯ АХОВ

Расчет глубины зоны заражения АХОВ ведется с помощью данных, приведенных в приложениях 2-5.

3.1. Определение количественных характеристик выброса АХОВ

Количественные характеристики выброса АХОВ для расчета масштабов заражения определяются по их эквивалентным значениям.

3.1.1. Определение эквивалентного количества вещества в первичном облаке

Эквивалентное количество $Q_{э1}(т)$ вещества в первичном облаке определяется по формуле:

$$Q_{э1} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0 \quad (1)$$

где K_1 - коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (приложение 3; для сжатых газов $K_1=1$);

K_3 - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (приложение 3);

K_5 - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы; для инверсии принимается равным 1, для изотермии 0,23, для конвекции 0,08;

K_7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (приложение 3; для сжатых газов $K_7=1$);

Q_0 - количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т.

3.1.2. Определение эквивалентного количества вещества во вторичном облаке

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке рассчитывается по формуле:

$$Q_{э2} = (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 Q_0 / h d \quad (5)$$

где K_2 -коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (приложение 3);

K_4 - коэффициент, учитывающий скорость ветра (приложение 4);

K_6 - коэффициент, зависящий от времени N , прошедшего после начала аварии; принимаем

$K_6=1$ (прогноз для времени после аварии 1 час)

3.2. Расчет глубины зоны заражения при аварии на химически опасном объекте

Расчет глубины зоны заражения первичным (вторичным) облаком АХОВ при авариях на технологических емкостях, хранилищах и транспорте ведется с использованием приложений 2 и 5.

В приложении 2 приведены максимальные значения глубины зоны заражения первичным (Γ_1) или вторичным (Γ_2) облаком АХОВ, определяемые в зависимости от эквивалентного количества вещества (его расчет проводится согласно п. 2.1) и скорости ветра. Полная глубина зоны заражения Γ (км), обусловленной воздействием первичного и вторичного облака АХОВ, определяется:

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5\Gamma'' \quad (6)$$

где Γ' -наибольший, Γ'' -наименьший из размеров Γ_1 и Γ_2 .

Полученное значение сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{п}}$, определяемым по формуле:

$$\Gamma_{\text{п}} = N v, \quad (7)$$

где N - время от начала аварии, ч;

v - скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (приложение 5).

За окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается меньшее из двух сравниваемых между собой значений.

4.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЗОНЫ ЗАРАЖЕНИЯ АХОВ

Площадь зоны возможного заражения для первичного (вторичного) облака АХОВ определяется по формуле:

$$S_{\text{в}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \Gamma^2 \varphi^{\circ}, \quad (9)$$

где $S_{\text{в}}$ - площадь зоны возможного заражения АХОВ, км²;

Γ - глубина зоны заражения, км;

φ° - угловые размеры зоны возможного заражения,° (табл. 1).

Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ в зависимости от скорости ветра

Таблица I

u , м/с	< 0,5	0,6-1	1,1 — 2	> 2
φ°	360	180	90	45

где u - скорость ветра, м/с

Площадь зоны фактического заражения $S_{\text{ф}}$ (км²) рассчитывается по формуле:

$$S_{\phi} = K_8 \Gamma^2 N^{0,2}, \quad (10)$$

где K_8 - коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха, принимается равным: 0,081 при инверсии; 0,133 при изотермии; 0,235 при конвекции;

N - время, прошедшее после начала аварии, ч.

5..Определение времени подхода зараженного воздуха к объекту

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

$$t=x/ v \quad (11)$$

где x - расстояние от источника заражения до заданного объекта, км;

v - скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч (приложение 5).

6. Определение продолжительности поражающего действия АХОВ

Продолжительность поражающего действия АХОВ определяется временем его испарения с площади разлива.

Время испарения T (ч) АХОВ с площади разлива определяется по формуле:

$$T = \frac{h d}{K_2 K_4 K_7} \quad (12)$$

где h - толщина слоя АХОВ, м;

d - плотность АХОВ, т/м³ ;

K_2, K_4, K_7 - коэффициенты в формулах (1), (5).

Краткие характеристики аварийно опасных веществ. Средства защиты. Правила поведения человека в опасной ситуации.

Хлор – газ желто-зеленого цвета с раздражающим, «колющим» запахом. Хорошо растворим в воде, на воздухе образует с водяными парами белый туман, состоящий из молекул соляной и хлорноватистой кислот и других нестабильных окисляющих веществ. Негорюч. Реактивен. Сильный окислитель. Хорошо сорбируется различными материалами. Коррозионен. Пары в 3,2 раза тяжелее воздуха.

В первую мировую войну хлор применялся как отравляющее вещество, а в настоящее время широко используется в различных отраслях народного хозяйства: в качестве дезинфектанта при обеззараживании воды, в текстильной промышленности для отбеливания тканей, в медицине как антисептик, в химической промышленности как исходное сырье и др.

Очаг поражения хлором нестойкий, быстродействующий. Зараженное облако оседает в низких местах заражаются водоемы, погибает растительность. Хлор особенно опасен в холодное время года.

Для осаждения зараженного облака применяют распыленную воду. Места разлива заливают известковой водой, раствором каустической соды, водой.

СИЗ: промышленные фильтрующие противогазы и респираторы, гражданский противогаз ГП-5, ватно-марлевая повязка, смоченная 2% раствором натрия гидрокарбоната (питьевая сода), защитные очки, резиновые сапоги, перчатки.

При высоких концентрациях хлора отравление развивается молниеносно из-за рефлекторной остановки дыхания. Пораженный возбужден, делает попытку бежать, но тотчас падает. Выражены явления удушья.

Отравление при средних и слабых концентрациях характеризуется сильным жжением, резью в глазах, слезотечением. Дыхание учащается, становится свистящим, появляются мучительный кашель, общее возбуждение, страх. В легких прослушиваются влажный хрип. Прогноз может быть благоприятным. В некоторых случаях спустя несколько часов (2-4) может возникнуть приступообразный кашель с обильной бело-розовой мокротой (до 1 л в сутки), наблюдается одышка, цианоз, сердечная слабость, повышается температура тела – развивается острый отек легких. Возможны осложнения, отдаленные последствия: бронхит, бронхопневмония, пневмосклероз, тромбозы вен нижних конечностей и т.п., а также активация туберкулезного процесса.

Продолжительность течения легких отравлений до 35 дней, средних – 10-15 дней.

Первая медицинская помощь: розыск пораженного; обильное промывание глаз водой; надевание противогаза; эвакуация на носилках, транспортом; предупреждение охлаждения и физического напряжения.

По выходе из зараженной зоны: снятие противогаза; промывание глаз водой; обработка пораженных участков кожи водой, мыльным раствором; покой; первая врачебная помощь (см. ниже) ; немедленная эвакуация в лечебное учреждение. Ингаляция кислорода не проводится!

Аммиак – едкий бесцветный газ с резким запахом. При взаимодействии с влагой воздуха образует гидроксид аммония (нашатырный спирт). Очень летуч. Пары легче воздуха. При обычной температуре устойчив. Реакционноспособен. Горючий газ. Горит при наличии источника огня. В смеси с кислородом взрывается. При выходе в атмосферу из сниженного состояния дымит.

Широко применяется как хладагент, в синтезе органических веществ, удобрений, в производстве синтетического волокна, пластмасс, взрывчатых веществ и др.

Очаг поражения нестойкий, быстродействующий, кратковременный. Агрегатное состояние – газ, аэрозоль. Зараженное облако распространяется в верхние слои атмосферы. Заражает водоемы.

Эвакуация пораженных осуществляется транспортными средствами. Зона эвакуации – несколько километров.

СИЗ: фильтрующие промышленные противогазы, ватно-марлевая повязка, смоченная 5% раствором уксусной (лимонной) кислоты или бората натрия, защитные очки.

Местность обеззараживают большим количеством воды. Для осаждения газа используют распыленную воду. При этом следует остерегаться попадания брызг на людей во избежание ожога. Применяются также нетоксичные промышленные отходы, имеющие кислую среду.

Аммиак опасен при ингаляционном воздействии. Отличается сильным раздражающим и прижигающим действием. Токсичность его в воздухе резко возрастает при повышенных температурах или влажности.

При воздействии высоких концентраций аммиака наблюдаются обильное слезотечение, боль в глазах, ожог конъюнктивы и роговицы, в более тяжелых случаях – изъязвление роговицы и потеря зрения. Попадая в дыхательные пути, аммиак вызывает приступы кашля, резкий отек языка, ожог слизистых оболочек с некрозом., отек гортани, ларингоспазм, бронхит, бронхоспазм. В тяжелых случаях возможен токсический геморрагический отек легких (скрытый период несколько часов) с быстрым присоединением инфекции. При поражении кожи наблюдается жжение, отек, ожог I-II степени (колликовационный некроз с последующим рубцеванием). Заживление медленное.

В низких концентрациях аммиак вызывает конъюнктивит, ринит, гиперемиию лица, боль в груди, потливость, головную боль. Проявляются частые позывы на мочеиспускание.

Первая медицинская помощь: обильное промывание глаз водой; надевание противогаза; обильное промывание пораженных участков кожи; незамедлительный выход (вывоз) из зоны заражения.

По выходе из зараженной зоны: снятие противогаза; освобождение от стесняющей дыхания одежды; согревание; при резких болях в глазах – закапывают по 2 капли 1% раствора новокаина или 2 % раствора дикаина с 0,1% раствором адреналина гидрохлорида (1 капля на 5 мл раствора); на пораженные участки кожи – примочки из 3-5% раствора борной, уксусной или лимонной кислот

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Глубина (км) зоны заражения

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менее	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,47	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49
15 и более	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	30	50	70	100	300	500	700	1000	2000
1 и менее	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	288	363	572
2	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	150	189	295
3	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	104	130	202
4	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	81,17	101	157
5	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	67,15	83,60	129
6	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	56,72	71,70	ПО
7	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	50,93	63,16	96,30
8	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	45,79	56,70	86,20
9	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	41,76	51,60	78,30
10	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	38,50	47,53	71,90
11	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	35,81	44,15	66,62
12	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58	27,61	35,55	41,30	62,20
13	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	31,62	38,90	58,44
14	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	29,95	36,81	55,20
15 и более	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60	23,50	28,48	34,98	52,37

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Характеристики АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубины зоны заражения

№ п/п	АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза (мг·мин)/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
		газ	жидкость			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температуры воздуха (°С)				
									-40	-20	0	20	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Акролеин	—	0,839	52,7	0,2*	0	0,013	3,0	0,1	0,2	0,4	1	2,2
2	Аммиак	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
	хранение под давлением		—	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	0/0,9	1/1	1/1	1/1
	изотермическое хранение												
3	Ацетонитрил	—	0,786	81,6	21,6**	0	0,004	0,028	0,02	0,1	0,3	1	2,6
4	Ацетонциангидрин	—	0,932	120	1,9**	0	0,002	0,316	0	0	0,3	1	1,5
5	Водород мышьяковистый	0,0035	1,64	-62,47	0,2*	0,17	0,054	3,0	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
6	Водород фтористый	—	0,989	19,52	4	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1
7	Водород хлористый	0,0016	1,191	-85,10	2	0,28	0,037	0,30	0,4/1	0,6/1	0,8/1	1/1	1,2/1
8	Водород бромистый	0,0036	1,490	-66,77	2,4*	0,13	0,055	0,25	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
9	Водород цианистый	—	0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0	0,4	1	1,3
10	Диметиламин	0,0020	0,680	6,9	1,2*	0,06	0,041	0,5	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,5/1
11	Метиламин	0,0014	0,699	-6,5	1,2*	0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,3/1	1/1	1,8/1
12	Метил бромистый	—	1,732	3,6	1,2*	0,04	0,039	0,5	0/2	0/0,4	0/0,9	1/1	2,3/1
13	Метил хлористый	0,0023	0,983	-23,76	10,8**	0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1	0,6/1	1/1	1,5/1
14	Метилакрилат	—	0,953	80,2	6*	0	0,005	0,1	0,1	0,2	0,4	1	3,1
15	Метилмеркаптан	—	0,867	5,95	1,7**	0,06	0,043	0,353	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,4/1
16	Нитрил акриловой кислоты	—	0,806	77,3	0,75	0	0,007	0,80	0,04	0,1	0,4	1	2,4
17	Окислы азота	—	1,491	21,0	1,5	0	0,040	0,40	0	0	0,4	1	1
18	Окись этилена	—	0,882	10,7	2,2**	0,05	0,041	0,27	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	3,2/1
19	Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,3/1	1/1	1,7/1

№ п/п	АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза (мг·мин)/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
		газ	жидкость			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇ для температуры воздуха (°С)				
									-40	-20	0	20	40
20	Сероводород	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
21	Сероуглерод	—	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1
22	Соляная кислота (концентрированная)	—	1,198	—	2	0	0,021	0,30	0	0,1	0,3	1	1,6
23	Триметиламин	—	0,671	2,9	6*	0,07	0,047	0,1	0/0,1	0/0,4	0/0,9	1/1	2,2/1
24	Формальдегид	—	0,815	-19,0	0,6*	0,19	0,034	1,0	0/0,4	0/1	0,5/1	1/1	1,5/1
25	Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1
26	Фтор	0,0017	1,512	-188,2	0,2*	0,95	0,038	3,0	0,7/1	0,8/1	0,9/1	1/1	1,1/1
27	Фосфор треххлористый	—	1,570	75,3	3	0	0,010	0,2	0,1	0,2	0,4	1	2,3
28	Фосфора хлорокись	—	1,675	107,2	0,06*	0	0,003	10,0	0,05	0,1	0,3	1	2,6
29	Хлор	0,0032	1,553	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
30	Хлорпикрин	—	1,658	112,3	0,02	0	0,002	30,0	0,03	0,1	0,3	1	2,9
31	Хлорциан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,04	0,048	0,80	0/0	0/0	0/0,6	1/1	3,9/1
32	Этиленимин	—	0,838	55,0	4,8	0	0,009	0,125	0,05	0,1	0,4	1	2,2
33	Этиленсульфид	—	1,005	55,0	0,1*	0	0,013	6,0	0,05	0,1	0,4	1	2,2
34	Этилмеркаптан	—	0,839	35	2,2**	0	0,028	0,27	0,1	0,2	0,5	1	1,7

Примечания:

1. Плотности газообразных АХОВ в графе 3 приведены для атмосферного давления; при давлении в емкости, отличном от атмосферного, плотности определяются путем умножения данных графы 3 на значение давления в атмосферах (1 атм = 760 мм рт. ст.).
2. Значения К₇ в графах 10-14 в числителе приведены для первичного, в знаменателе для вторичного облака.
3. В графе 6 численные значения токсодоз, помеченные звездочками, определены ориентировочно по соотношению: $D=240 \cdot K \cdot ПДК_{р.з.}$, где D-токсодоза, мг·мин/л; ПДК_{р.з.}-ПДК рабочей зоны (мг/л) по ГОСТ 12.1.005-88; K=5 для раздражающих ядов (помечены одной звездочкой); K=9 для всех прочих ядов (помечены двумя звездочками).
4. Значения К₁ для изотермического хранения аммиака приведено для случая разлива (выброса) в поддон.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ АВАРИИ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

Оценить обстановку после аварии на ХОО, при которой произошло разрушение емкости с ядовитым веществом.

ОПРЕДЕЛИТЬ

- глубину зоны заражения ядовитым облаком
- площадь зоны заражения
- время подхода зараженного облака к жилому массиву
- продолжительность поражающего действия АХОВ

Исходные данные для расчета

№ варианта	Вид АХОВ	Количество выброшеного вещества, тонны, Q ₀	Высота обваловки, м	Вертикальная устойчивость атмосферы	Температура воздуха, °С	Скорость ветра, м/с	Расстояние до жилого массива, км
1	Акролеин	25	1,2	инверсия	- 20	2	3
2	Аммиак изотермическое хранение	68	1,2	конвекция	0	3	4
3	Ацетонитрил	30	1,2	изотермия	20	5	5
4	Ацетонциангидрин	15	1,2	инверсия	- 20	4	6
5	Водород мышьяковистый	80	1,2	конвекция	0	3	7
6	Водород фтористый	100	1,2	изотермия	20	6	3
7	Водород хлористый	14	1,2	инверсия	- 20	2	4
8	Водород бромистый	35	1,2	конвекция	0	1	5
9	Водород цианистый	76	1,2	изотермия	20	7	6
10	Диметиламин	38	1,2	инверсия	- 20	2	7
11	Метиламин	15	1,2	конвекция	0	3	3
12	Метил бромистый	5	1,2	изотермия	20	5	4
13	Метил хлористый	7	1,5	инверсия	- 20	4	5
14	Метилакрилат	54	1,5	конвекция	0	4	6
15	Метилмеркаптан	60	1,5	изотермия	20	6	7
16	Нитрил акриловой кислоты	32	1,5	инверсия	- 20	7	3
17	Окислы азота	35	1,5	конвекция	0	3	4
18	Окись этилена	13	1,5	изотермия	20	5	5
19	Сернистый ангидрид	7	1,5	инверсия	- 20	2	6
20	Сероводород	35	1,5	конвекция	0	1	7
21	Сероуглерод	20	1,5	изотермия	20	6	3
22	Аммиак хранение под давлением	52	1,5	инверсия	- 20	2	4
23	Триметиламин	26	1,5	конвекция	0	3	5
24	Формальдегид	32	1,2	изотермия	20	7	6
25	Фосген	52	1,2	инверсия	- 20	4	7
26	Фтор	54	1,2	конвекция	0	1	3
27	Фосфор треххлористый	34	1,2	изотермия	20	2	4
28	Фосфора хлорокись	64	1,2	инверсия	- 20	2	5
29	Хлор	37	1,2	конвекция	0	4	6
30	Хлорпикрин	15	1,2	изотермия	20	6	7
31	Хлорциан	20	1,2	инверсия	- 20	3	3
32	Этиленимин	28	1,2	конвекция	0	4	4
33	Этиленсульфид	41	1,5	изотермия	20	8	5
34	Этилмеркаптан	38	1,5	инверсия	- 20	1	6
35	Сероводород	70	1,5	конвекция	0	2	7
36	Сероуглерод	39	1,5	изотермия	20	6	3
37	Сероводород	40	1,5	инверсия	- 20	3	4

38	Триметиламин	30	1,5	конвекция	0	4	5
39	Формальдегид	20	1,5	изотермия	20	5	6
40	Фосген	13	1,5	инверсия	- 20	3	7