ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

**Тема: Прогнозирование масштабов заражения аварийно химически опасными веществами при авариях на химически опасных объектах и транспорте**

**1. Цель работы**

1.1. Научить студентов рассчитывать, прогнозировать и моделировать очаги поражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ).

1.2. Привить им навыки самостоятельного мышления и работы со . справочной литературой.

**2. Порядок выполнения работы**

2.1. Ознакомиться с методикой выполнения расчета.

2.2. Получить задание у преподавателя.

2.3. Выполнить расчеты.

2.4. Оформить отчет о практической работе в соответствии с требованиями к оформлению курсовых и дипломных проектов и защитить ее у преподавателя.

**3. Методика прогнозирования масштабов заражения аварийно химически опасными веществами при авариях на химически опасных объектах и транспорте**

**3.1. Общие положения**

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.

3.1.1. Методика распространяется на случай выброса АХОВ в атмосферу в газообразном, парообразном и аэрозольном состоянии.

Масштабы заражения АХОВ: в зависимости от физических свойств и агрегатного состояния рассчитываются по первичному и вторичному облаку, например:

- для сжиженных газов — отдельно по первичному и вторичному облаку;

- для сжатых газов - только по первичному облаку;

- для ядовитых жидкостей, кипящих при температуре выше температуры окружающей среды - только по вторичному облаку.

3.1.2. Исходные данные для прогнозирования масштабов заражения АХОВ:

- общее количество АХОВ на объекте и данные по размещению их запасов в емкостях и технологических трубопроводах;

- количество АХОВ, выброшенных в атмосферу, и характер их разлива на подстилающей поверхности («свободно», «в поддон», «в обваловку»);

- высота поддона или обваловки складских емкостей;

- метеорологические условия: температура воздуха, скорость ветра на высоте 10 м, степень вертикальной устойчивости воздуха.

3.1.3. При заблаговременном прогнозировании масштабов заражения на случай производственных аварий в качестве исходных данных рекомендуется принимаю»: за величину выброса АХОВ (Q0) - его содержание в максимальной по объему единичной ёмкости (а для сейсмических районов общий запас), метеорологические условия - инверсия, скорость ветра -1 м/с.

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

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

Порядок нанесения зон заражения на планы и карты изложен ниже.

3.1.5. Принятые допущения:

- емкости, содержащие АХОВ, при авариях разрушаются полностью

-толщина слоя жидкости (h)

а) для АХОВ, разлившихся свободно на подстилающей поверхности, принимается равной 0,05 м. по всей площади разлива;

б) для АХОВ, разлившихся в поддон или обваловку, определяется из соотношений:

h = H-0, 2

где Н - высота поддона (обваловывания), м;

в) при разливах из емкостей, расположенных группой, имеющих общий поддон (обваловывание)

h = Q0 / (F\*d),

где Q0 - количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т;

d - плотность АХОВ, т/м;

F - реальная площадь разлива в поддон (обваловывание), м2 ;

- предельное время пребывания людей в зоне заражения и продолжительность сохранения неизменными метеорологических условий (степени вертикальной устойчивости воздуха, направления и скорости ветра) составляют 4 часа. По истечении указанного времени прогноз обстановки должен уточняться;

-при авариях на газо- и продуктопроводах величина выброса АХОВ принимается равной его максимальному количеству, содержащемуся в трубопроводе между автоматическими отсекателями, например, для аммиакопровода – 275-500 т.

В методике используется понятие *эквивалентного, количества АХОВ,* т.е. такого количества хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения при данной степени вертикальной устойчивости воздуха количеством данного вещества, перешедшим в первичное или вторичное облако.

**3.2. Прогнозирование глубин зон заражения АХОВ**

3.2.1. Определение количественных характеристик выброса АХОВ.

3.2.1.1. Определение эквивалентного, количества вещества по первичному облаку.

Эквивалентное количество вещества по первичному облаку (в тоннах) определяется по формуле:

Qэ1 =k1\*k3\*k5\*k7\*Q0

где к - коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (см. табл. 2); для сжатых газов ki=1;

к3 - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (см. табл.2);

к5- коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха: принимается равным 1 для инверсии; 0,23 для изотермии; 0,08 для конвекции;

 к7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (см. табл. 2); для сжатых газов к7=1;

Qo - количество выброшенного (разлившегося) при аварии АХОВ, т.

При авариях на хранилищах сжатого газа величина Q0 рассчитывается по формуле:

Qo = d\*Vx,

где d - плотность АХОВ, т/м3 (см. табл. 2);

Vx - объем хранилища, м3.

При авариях на газопроводе величина Q0 рассчитывается по формуле:

Q0= (n \* d \* Vr) / 100,

где n - процентное содержание АХОВ в природном газе;

d - плотность АХОВ, т/м .(см. табл.2),

Vt - объем секции газопровода между автоматическими отсекателями, м3.

При определений величины для сжиженных, газов, не вошедших в таблицу 2, значение коэффициента к7 принимается равным 1, а значение коэффициента к1 рассчитывается по соотношению:

К1=(Ср \*Т) / Нисп,

где Ср - удельная теплоемкость жидкого АХОВ, кДж/кг. \* град;

Т - разность температур жидкого АХОВ до и после разрушения емкости, град;

Нисп - удельная теплота испарения жидкого АХОВ при температуре испарения, кДж/кг. 3.2.1.2. Определение эквивалентного количества вещества по вторичному облаку.

Эквивалентное количество вещества по вторичному облаку (в тоннах) определяется по формуле:

Q2 = (1 – к1) \* к2\*к3\* к4 \* к5\*к6 \*к7\*Q0 / (h \* d),

где к2 - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (см. табл.2);

к4 - коэффициент, учитывающий скорость ветра (см. табл. 3);

к6 - коэффициент, зависящий от времени, прошедшего, после начала аварии N; значение коэффициента определяется после расчета продолжительности испарения вещества Т по формуле:

Т =(h \* d) / (к2\*к4\* к7)

 к6=1, при Т < 1 часа;

при Т > 1 часа: k6 = N0,8 при N < T; к6 = Т0,8 при N>T

Для определения величины Qэ2 для веществ, не вошедших в таблицу 2, значение коэффициента к7 принимается равным 1, а значение коэффициента к2 определяется по формуле:

к2 = 8,1 \* *10-6*\**Р* \*М1/2,

где Р - давление насыщенного пара вещества при заданной температуре воздуха, мм. рт.

М - молекулярный вес вещества.

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

Расчет глубин зон заражения первичным (вторичным) облаком АХОВ при авариях на технологических емкостях, хранилищах и транспорте ведется с помощью данных таблицы 1.

Полная глубина зоны заражения Г (в километрах), обусловленной действием первичного и вторичного облака АХОВ, определяется по формуле:

Г = Гмакс + 05\*Гмин

где Гмакс и Гмин - соответственно наибольшее и наименьшее из глубин зон заражения, обусловленных первичным и вторичным облаком.

Полученное значение глубины - зоны Г сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс Гп, определяемым по формуле:

Гn = N\*V,

где N - г время от начала аварии, ч;

V - скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данных скорости и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (см. табл. 4 и 6).

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

3.2.3 Расчет, глубины зоны возможного заражения при разрушении химически опасного объекта.

Суммарное эквивалентное количество АХОВ Qэ рассчитывается по формуле:

 Qэ = 20 \* k4 \* k5∑ ( k2i\* k3i \* k6i\* k7i \*Qi / di

где k2i - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств i-oгo АХОВ;

k3i - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе i-oгo АХОВ;

k6i - коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после разрушения объекта;

k7i - поправка на температуру воздуха для i-ого АХОВ (для вторичного облака);

Q - запасы i-oгo АХОВ на химически опасном объекте; ;

di - плотность i-oгo АХОВ, т/м3.

**3.3. Определение площади зоны заражения**

Площадь зоны возможного заражения первичным (вторичным) облаком АХОВ определяется по формуле:

Sв = 8,75 \* 10-3 \* Г2 \* \|/,

где Г - расчетная глубина зоны заражения, км;

\|/ - угловые размеры зоны возможного заражения, град, зависящие от скорости ветра (см. табл. 5):

Площадь зоны фактического заражения Sф (км2) рассчитывается по формуле:

Sф = к8\* Г2 \* N0,2

где к8 - коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха, который принимается равным: при инверсии - 0,081, при изотермии - -0,133, при конвекции - 0,295;.

N - время, прошедшее после аварии, ч.

**3.4. Определение времени подхода зараженного воздуха к объекту и ' • продолжительности поражающего действия АХОВ**

3.4.1. 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 = х / V

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

V - скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч, которая зависит от скорости , ветра в приземном слое и степени вертикальной устойчивости воздуха (см. табл. 6).

3.4.2. Определение продолжительности поражающего действия АХОВ.

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

Время испарения АХОВ с площади разлива (в часах) определяется по формуле:

 Т =(h \* d) / (к2\*к4\* к7)

где h — толщина слоя СДЯВ, м; d - плотность АХОВ т/м2

**3.5. Порядок нанесения зон заражения на топографические карты, планы и схемы**

Зона возможного заражения облаком СДЯВ на картах (планах, схемах) может иметь форму окружности (полуокружности или сектора) с радиусом, равным глубине заражения Г. Центр окружности (полуокружности или сектора) совпадает с источником заражения.

**Список литературы**

1. РД 52.04.253 – 90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте

2. Емельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. Защита населений и территорий в чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие для высшей школы/ Под редакцией академика РАЕН В. В. Тарасов. 2003. – 480 с.

3. Мастрюков Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. – Издательский центр «Академия», 2003 – 336 с.

**ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

*Аварийно- химически опасное вещество* (АХОВ) - химическое вещество, применяемое в народно-хозяйственных целях, которое при разливе или выбросе может приводить к заражению воздуха с поражающими концентрациями.

*Авария -* чрезвычайное событие техногенного характера, происшедшее по конструктивно-производственным, технологическим или эксплуатационным причинам либо из-за случайных внешних воздействий и заключающееся в повреждении, выходе из строя, разрушении технических устройств или сооружений.

*Вторичное облако —* облако АХОВ, образующееся в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности:

*Зона заражения АХОВ -* территория, зараженная АХОВ в опасных для жизни людей пределах.

*Первичное облако -* облако АХОВ, образующееся в результате мгновенного (1-3 минуты) перехода в атмосферу части содержимого емкости, содержащей АХОВ, при ее разрушений.

*Площадь зоны возможного заражения АХОВ* - площадь территорий, в пределах которой под воздействием изменения направления ветра может перемещаться облако АХОВ. .

*Площадь зоны фактического заражения АХОВ -* площадь, территории, зараженной АХОВ в опасных для человека пределах.

*Пороговая токсодоза* - ингаляционная (полученная при вдыхании) токсодоза, вызывающая начальные симптомы поражения.

*Прогнозирование масштаба заражения АХОВ* - определение глубины и площади зоны заражения АХОВ.

*Разрушение химически опасного объекта -* состояние объекта в результате катастроф и стихийных бедствий, . приводящих к полной разгерметизации всех емкостей и нарушению технологических коммуникаций.

*Химически опасный. объект экономики -* объект, при аварии или разрушении которого могут произойти массовые поражения людей, животных и растений сильнодействующими ядовитыми веществами.

*Чрезвычайная ситуация* — обстановка, на. определённой территории, сложившаяся в результате аварии» опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей:

*Эквивалентное количество аварийно- химически опасного вещества —* такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения при . данной степени вертикальной устойчивости воздуха количеством ядовитого, вещества, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

**СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ**

**Таблица 1**

**Глубина зоны возможного заражения, км, в зависимости от эквивалентного количества АХОВ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Скорость ветра, м/с** | **Эквивалентное количество АХОВ Qэт т** |
| 0,01 | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 | 3 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 100 | 300 | 500 | 1000 |
| 1 | 0,38 | 0,85 | 1,25 | 3,16 | 4,75 | 9,18 | 12,53 | 19,20 | 29,56 | 38,13 | 52,67 | 65,23 | 81,91 | 166 | 231 | 363 |
| 2 | 0,26 | 0,59 | 0,84 | 1,92 | 2,84 | 5,35 | 7,20 | 10,83 | 16,44 | 21,02 | 28,73 | 35,35 | 44,09 | 87,79 | 121 | 189 |
| 3 | 0,22 | 0,48 | 0,68 | 1,53 | 2,17 | 3,99 | 5,34 | 7,96 | 11,94 | 15,18 | 20,59 | 25,21 | 31,30 | 61,47 | 84,50 | 130 |
| 4 | 0,19 | 0,42 | 0,59 | 1,33 | 1,88 | 3,28 | 436 | 6,46 | 9,62 | 12,1 | 16,43 | 20,05 | 24,80 | 48,18 | 65,92 | 101 |
| 5 | 0,17 | 0,38 | 0,53 | 1,19 | 1,68 | 2,91 | 3,75 | 5,53 | 8,19 | 10,33 | 13,88 | 16,89 | 20,83 | 40,11 | 54,67 | 83,60 |
| 6 | 0,15 | 0,34 | 0,48 | 1,09 | 1,53 | 2,66 | 3,43 | 4,88 | 7,20 | 9,06 | 12,14 | 14,79 | 18,13 | 34,67 | 47,09 | 71,70 |
| 7 | 0,14 | 0,32 | 0,45 | 1,00 | 1,42 | 2,46 | 3,17 | 4,49 | 6,48 | 8,14 | 10,87 | 13,17 | 16,17 | 30,73 | 41,63 | 63,16 |
| 8 | 0,13 | 0,30 | 0,42 | 0,94 | 1,33 | 2,30 | 2,97 | 4,20 | 5,92 | 7,42 | 9,90 | 11,98 | 14,68 | 27,75 | 37,49 | 56,70 |
| 9 | 0,12 | 0,28 | 0,40 | 0,88 | 1,25 | 2,17 | 2,80 | 3,96 | 5,60 | 6,86 | 9,12 | 11,03 | 13,50 | 25,39 | 34,24 | 51,60 |
| 10 | 0,12 | 0,26 | 0,38 | 0,84 | 1,19 | 2,06 | 2,66 | 3,76 | 5,31 | 6,50 | 8,50 | 10,23 | 12,54 | 23,49 | 31,61 | 47,53 |
| 11 | 0,11 | 0,25 | 0,36 | 0,80 | 1,13 | 1,96 | 2,53 | 3,58 | 5,06 | 6,20 | 8,01 | 9,61 | 11,74 | 21,91 | 29,44 | 44,15 |
| 12 | 0,11 | 0,24 | 0,34 | 0,76 | 1,08 | 1,88 | 2,42 | 343 | 4,85 | 5,94 | 7,67 | 9,07 | 11,06 | 20,58 | 27,61 | 41,30 |
| 13 | 0,10 | 0,23 | 0,33 | 0,74 | 1,04 | 1,80 | 2,37 | 3,29 | 4,66 | 5,70 | 7,37 | 8,72 | 10,48 | 19,45 | 26,04 | 38,90 |
| 14 | 0,10 | 0,22 | 0,32 | 0,71 | 1,0 | 1,74 | 2,24 | 3,17 | 4,49 | 5,50 | 7,10 | 8,40 | 10,04 | 18,46 | 24,69 | 36,81 |
| 15 | 0,10 | 0,22 | 0,31 | 0,69 | 0,97 | 1,68 | 2,17 | 3,07 | 4,34 | 5,31 | 6,86 | 8,11 | 9,70 | 17,60 | 23,50 | 34,98 |

Примечание: 1. При скорости ветра >15 м/с глубину зоны заражения принимать, как при скорости ветра 15 м/с.

2. При скорости ветра <1 м/с глубину зоны заражения принимать, как при скорости ветра 1 м/с.

  **Таблица 3**

 **Значение коэффициента k4 в зависимости от скорости ветра**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Скорость** **ветра, м/с** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 |
| **k4** | 1 | 1,33 | 1,67 | 2,0 | 2,34 | 2,67 | 3,0 | 3,34 | 3,67 | 4,0 | 5,68 |

 **Таблица 4**

 **Таблица для определения степени вертикальной устойчивости воздуха**

 **по прогнозу погоды**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Скорость ветра, м/с** | **ночь** | **утро** | **день** | **вечер** |
| **ясно** | **пасмурно** | **ясно** | **пасмурно** | **ясно** | **пасмурно** | **ясно** | **пасмурно** |
| **< 2 м/с** | ин | из | из(ин) | из | к(из) | из | ин | из |
| **2-3,9** | ин | из | из(ин) | из | из | из | из(ин) | из |
| **>4м/c** | из | из | из | из | из | из | из | из |

Примечание: 1. ин – инверсия, из – изотермия, к – конвекция буквы в

 скобках – при смежном покрове.

 2. Под термином «утро» понимается период времени в

 течение 2-х часов после восхода солнца; под термином

 «вечер» - в течение 2-х часов после захода солнца.

 3. Скорость ветра и степень вертикальной устойчивости

 воздуха принимаются в расчетах на момент аварии.

 **Таблица 5**

**Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ в зависимости от**

**скорости ветра**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Скорость ветра, м/с** | <0,5 | 0,6-1 | 1,1-2 | >2 |
| **Угловые размеры зоны, град** | 360 | 180 | 90 | 45 |

**Таблица 6**

**Значение скорости переноса переднего фронта облака зараженного воздуха в зависимости от скорости ветра в приземном слое и степени вертикальной устойчивости воздуха**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Скорость ветра, м/с** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| **Скорость переноса переднего фронта облака, км/ч** |  | **инверсия** |
| 50 | 10 | 16 | 21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **изотермия** |
| 6 | 12 | 18 | 24 | 29 | 35 | 41 | 47 | 53 | 59 |  | 65 | 71 | 76 | 82 | 88 |
|  | **конвекция** |
| 7 | 14 | 21 | 28 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |