

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Производственной безопасности и права

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАСШТАБОВ ЗАРАЖЕНИЯ
АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ
ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ
И НА ТРАНСПОРТЕ**

Методические указания к практическим занятиям по
дисциплине
Безопасность жизнедеятельности

Казань
2013

УДК 641.871
М56

составитель Н. Ф. Мещанинова

М56 Прогнозирование масштабов заражения аварийно химически опасными веществами при авариях на химически опасных объектах и транспорте: Методические указания к практическим занятиям для студентов всех специальностей.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет; Составитель: Н. Ф. Мещанинова. Казань 2013, 15 с.

В методических указаниях рассматриваются инженерные задачи по определению масштабов загрязнения аварийно химически опасными веществами.

Табл. 6. Библиогр.: 3

Рецензент
к.т.н., доц. Имайкин Д.Г.

© Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2013

© Мещанинова Н.Ф., 2013

Цель занятия: Освоение методики решения задач по прогнозированию масштабов заражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ)

Задачи работы:

1. Определение глубины зоны возможного заражения АХОВ и продолжительности действия источника заражения.
2. Определение продолжительности поражающего действия АХОВ.
3. Определение площади зоны заражения АХОВ.
4. Определение времени подхода облака зараженного воздуха к рассматриваемому объекту

Термины и определения

АХОВ - это аварийно химически опасное вещество, применяемое в народнохозяйственных целях, которое при разливе или выбросе может привести к заражению воздуха с поражающими концентрациями.

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

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

Под аварией понимается нарушение технологических процессов на производстве, повреждение трубопроводов, емкостей, хранилищ, транспортных средств при осуществлении перевозок, приводящие к выбросу АХОВ в атмосферу в количествах, представляющих опасность массового поражения людей и животных.

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

Первичное облако - облако АХОВ, образующееся в результате мгновенного (1 - 3 мин.) перехода в атмосферу части содержимого емкости с АХОВ при ее разрушении.

Вторичное облако - облако АХОВ, образующееся в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

Пороговая токсодоза - ингаляционная доза, вызывающая начальные симптомы поражения.

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

Площадь возможного заражения АХОВ - площадь территории, в пределах которой под воздействием изменения направления ветра может переместиться облако АХОВ.

Под эквивалентным количеством аварийно химически опасного вещества понимают такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения при данной степени вертикальной устойчивости воздуха количеством данного вещества, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

Общие положения

Под оценкой химической обстановки понимают определение масштаба и характера заражения отравляющими веществами (ОВ) и АХОВ, анализ их влияния на деятельность народнохозяйственных объектов и населения.

Основными исходным данными при оценке химической обстановки являются: тип ОВ или АХОВ, район и время аварии, количество вылившихся веществ, метеоусловия и топографические условия местности, степень защищенности людей, укрытие техники и имущества. Метеорологические данные включают скорость и направление ветра, температуру, степень вертикальной устойчивости воздуха. Степень вертикальной устойчивости воздуха характеризуется следующими состояниями атмосферы в приземном слое воздуха:

инверсия (при ней нижние слои воздуха холоднее верхних) возникает при ясной погоде, малых (до 4м/с) скоростях ветра, примерно за час до захода солнца, и разрушается в течение часа после восхода солнца;

конвекция (нижний слой воздуха нагрет сильнее верхнего и происходит перемешивание его по вертикали) возникает при ясной погоде, малых (до 4 м/с) скоростях ветра, примерно через 2 часа после восхода солнца, и разрушается, примерно, за 2 - 2,5 часа до захода солнца;

изотермия (температура воздуха в пределах 20 -30 м от земной поверхности почти одинакова) обычно наблюдается в пасмурную погоду и при снежном покрове.

При выявлении химической обстановки, возникающей в результате аварии, определяют границы очагов химического заражения, площадь зоны заражения и тип АХОВ. На основе этих данных оценивается глубина зоны заражения, стойкость АХОВ на местности, время пребывания людей в защитной одежде, возможные поражения людей, заражение сооружений, техники и имущества.

Задача I

На химическом предприятии произошла авария на технологическом трубопроводе с жидким хлором, находящимся под давлением. В результате аварии возник источник заражения аварийно химически опасным веществом. Количество вытекшей из трубопровода жидкости не установлено. Известно, что в технологической системе содержалось 40 т сжиженного хлора. Метеоусловия на момент аварии: скорость ветра - 5 м/с, температура воздуха - 0⁰с, изотермия.

Разлив АХОВ на подстилающей поверхности свободный.

Требуется определить:

1. Глубину зоны возможного заражения хлором при времени 1 ч от начала аварии и продолжительности действия источника заражения

2. Площадь зоны заражения АХОВ.

3. Продолжительность поражающего действия АХОВ.

Исходные данные принять по табл. 1.

Порядок решения задачи

I. Определение глубины зоны возможного заражения АХОВ и продолжительности действия источника заражения.

1.1. Так как объем разлившегося АХОВ неизвестен, то для расчета принимается максимальное количество, содержащееся в технологической системе.

1.2. Определяем эквивалентное количество вещества в первичном облаке по формуле:

$$Q^n_{\text{экв}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q, \text{ где}$$

K_1 - коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ, принимается по табл. 2;

K_3 - коэффициент равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе рассматриваемого АХОВ (принимается по табл. 2);

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

K_7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха, принимается по таблице 2;

Q - количество АХОВ в технологической системе.

1.3. Определяем эквивалентное количество вещества во вторичном облаке по формуле

$$Q^B_{\text{экв}} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q / hd, \text{ где}$$

K_6 - коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии. Его значение определяется после расчета продолжительности испарения АХОВ (принимается равным 1).

1.4. По таблице 5 находим глубину зоны заражения первичным облаком Γ_1

1.5. По таблице 5 находим глубину заражения вторичным облаком Γ_2

1.6. Находим полную глубину зоны заражения по формуле:

$$\Gamma = \Gamma^I + 0,5\Gamma^II, \text{ где}$$

Γ^I - наибольшая глубина зоны заражения;

Γ^II - наименьшая глубина зоны заражения.

1.7. Находим предельно возможные значения глубины переноса воздушных масс по формуле:

$$\Gamma_n = NV, \text{ где}$$

N - время от начала аварии, ч;

V - скорость переноса предельного фронта зараженного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/час (по табл. 4)

1.8. Делаем выводы по решению задачи. За окончательную расчетную глубину заражения принимается меньшее из двух сравниваемых значений.

II. Определение площади зоны заражения АХОВ.

2.1. Рассчитываем площадь зоны возможного заражения по формуле:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \Gamma_2 \cdot \varphi, \text{ где}$$

S_B - площадь зоны возможного заражения АХОВ, км²;

Γ_2 - глубина зоны заражения, км;

φ - угловые размеры возможного заражения в зависимости от скорости ветра, град (принимаем по табл. 6)

2.2. Рассчитываем площадь зоны фактического заражения по формуле

$$S_B = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \text{ где}$$

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.

2.3. Делаем вывод по результатам решения задачи.

III. Определение продолжительности поражающего действия АХОВ

Продолжительность поражающего действия АХОВ равна времени его испарения с площади разлива T .

3.1. Определяем время испарения АХОВ с площади разлива по формуле

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_T}$$

где

h - толщина слоя АХОВ, разлившегося свободно по подстилающей поверхности, принимается равным 0,05 по всей площади разлива;

d - плотность АХОВ, т/м^3 , принимается по табл. 2;

K_2 - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств, принимается по табл. 2;

K_4 - коэффициент, зависящий от скорости ветра, принимается по табл. 3.

Делаем выводы по решению поставленной задачи.

IV. Определение времени подхода зараженного облака к городу.

4.1. Определяем скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха по табл. 4.

4.2. Определяем время подхода облака зараженного воздуха к городу по формуле

$$t = \frac{L}{V}$$

где

L - расстояние от источника заражения до заданного объекта, км;

V - скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/час, принимаем по табл. 4.

4.3. Делается вывод по решению поставленной задачи.

Оформление работы.

Выводы по работе должны содержать ответы на поставленные задачи.

Таблица вариантов исходных данных

	Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Наименование АХОВ	Хлор	Серо-водород	Окись этилена	Аммиак	Соляная кислота	Метил бромистый	Водород хлористый	Водород бромистый	Серо-углерод	Фтор
2	Количество АХОВ, содержащихся в технологической системе Q, т	40	30	20	50	60	70	10	80	45	55
3	Скорость ветра, V, м/с	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4
4	Температура воздуха, град. С	0	5	10	15	20	25	4	13	18	9
5	Вертикальная устойчивость воздуха	Изо-термия	Изо-термия	Изо-термия	Изо-термия	Изо-термия	Изо-термия	Конверсия	Конверсия	Конверсия	Конверсия
6	Расстояние от источника заражения до заданного объекта заражения, км	2	3	4	5	1	1	2	3	4	5

Таблица 2

Характеристика АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон заражения

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза Мг/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
	газ	жидкость			К ₁	К ₂	К ₃	К ₇				
								Для -40° С	Для -20° С	Для 0° С	Для 20° С	Для 40° С
Хлор	0,0032	1,553	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,1}{1}$
Сероводород	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,2}{1}$
Окись Этилена	-	0,882	10,7	2,2	0,05	0,41	0,27	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,7}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3,2}{1}$
Аммиак	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,2}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,4}{1}$
								$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$
Соляная кислота	-	1,198	-	2	-	0,021	0,30	0	0,1	0,3	1	1,6
Метил бромистый	-	0,882	3,6	1,2	0,04	0,039	0,5	$\frac{0}{0,2}$	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,3}{1}$
Водород хлористый	0,0016	1,191	85,10	2	0,28	0,037	0,30	$\frac{0,64}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,2}{1}$
Водород бромистый	0,0036	1,490	-66,77	2,4	0,13	0,056	8,0	$\frac{0,2}{1}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,2}{1}$
Сероуглерод	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	1,1
Фтор	0,0017	1,512	-188,2	0,2	0,95	0,038	3,0	$\frac{0,7}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{0,9}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,1}{1}$

Таблица 3

Значение коэффициента K_4 в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	6,0

Таблица 4

Скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха в зависимости от скорости ветра

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

Таблица 5

Глубины зоны возможного заражения АХОВ, км

Скорость ветра	Эквивалентное количество АХОВ															
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	1000
1	0,33	0,85	1,25	3,16	4,76	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	62,67	65,23	81,91	166	230	263
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	36,35	44,09	87,79	121	185
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	133
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	100
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	20,82	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	62,16
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,99	11,98	14,68	27,75	37,49	53,70
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	31,41	47,63

Таблица 6

Угловые размеры зоны возможного заражения СДЯВ в зависимости от скорости ветра

V_1

V_1 , м/с	<0,5	0,6 - 1	1,1 - 2	>2
Ф град	380	180	90	45

Контрольные вопросы

1. Что такое АХОВ?
2. Что такое "зона заражения АХОВ"?
3. Каковы задачи прогнозирования масштаба загрязнения?
4. Что понимается под термином "авария"?
5. Что такое "разрушение химически опасного объекта"?
6. Что означает термин "первичное облако"?
7. Что означает термин "вторичное облако"?
8. Что такое "пороговая токсодоза"?
9. Что означает термин "площадь зоны фактического заражения АХОВ"?
10. Что входит в понятие "площадь зоны возможного заражения АХОВ"?
11. Что понимается под эквивалентным количеством АХОВ?

Литература

1. Методика прогнозирования масштабов загрязнения АХОВ при авариях на химически опасных объектах и транспорте. Штаб гражданской обороны. М., 1990.
2. РД-03-26-2007. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ. Утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.12.2007 №8597 введены в действие с 25.01.2008
3. Организация и ведение гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Под общ. ред. Г.Н.Кириллова М. НРБ 2007

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАСШТАБОВ ЗАРАЖЕНИЯ
АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПРИ
АВАРИЯХ
НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ И ТРАНСПОРТЕ

Методические указания к практическим занятиям

Составитель:
Мещанинова Наталья Фёдоровна

Издательство
Казанского государственного архитектурно-строительного
университета

Подписано в печать			Формат 60x84/16
Заказ		Бумага офсетная №	Усл.-печ.л.
Тираж	экз.	Печать ризографическая	Усл.изд.л

Отпечатано в полиграфическом секторе
Издательства КГАСУ
420043, Казань, Зеленая, 1