

ТЕМ
«Оценка химической
обстановки при авариях на
химически опасных
объектах»

ЦЕЛИ

РАБОТЫ:

- Изучение практических расчетов основных показателей химической обстановки для определения масштаба и характера заражения, а также для проведения анализа их влияния на функционирование ОЭ и деятельность населения.

Основные понятия и определения

- АХОВ – это химическое вещество, применяемое в народно-хозяйственных целях, которое при разливе или в случае аварии может помешать жизнедеятельности населения с поражающими концентрациями.
- Химически опасный ОЭ – это объект при аварии и разрушении которого могут произойти массовые поражения людей и животных от АХОВ.
- Химически опасными объектами являются районные и городские водопроводные станции, на которых имеются ёмкости с жидким хлором (для обеззараживания воды), пищевые предприятия (молокозаводы), где имеются ёмкости с аммиаком для холодильных установок. К химически опасным относятся производства, использующие в технологическом процессе кислоты и т. д.
- Зона заражения АХОВ – территория, зараженная АХОВ в опасных для жизни людей пределах.
- Чаще всего в хозяйстве применяются:
 - - аммиак, - хлор, сернистый ангидрид, окись углерода, сероуглерод, треххлористый фосфор
 - - фтористый водород

ЧАСТЬ

ИСХОДНЫЕ

Значения параметров	Варианты																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<i>T</i> ; ч, мин.	4,59	6,06	4,11	6,17	5,26	7,51	7,02	6,28	6,10	5,39	7,08	6,44	7,32	3,48	3,59	6,20	4,28	3,18	6,04	4,04	7,47	4,01	5,45	4,46
<i>ЗНАЧ.1</i>	<i>АИ</i>	<i>АИ</i>	<i>АД</i>	<i>АИ</i>	<i>АИ</i>	<i>АД</i>	<i>ХЖ</i>	<i>АД</i>	<i>АИ</i>	<i>АИ</i>	<i>АИ</i>	<i>ХЖ</i>	<i>АИ</i>	<i>АИ</i>	<i>АИ</i>	<i>АИ</i>	<i>АД</i>	<i>АД</i>	<i>АИ</i>	<i>АИ</i>	<i>АД</i>	<i>АД</i>	<i>ХЖ</i>	<i>АИ</i>
<i>Q</i> , тыс.т	28	21	33	20	25	11	16	19	21	24	15	18	13	35	34	20	31	38	22	34	11	34	23	29
<i>H</i> ,м	-3,5	2,9	3,9	2,9	3,3	2,1	2,5	2,8	2,9	3,2	2,4	2,6	2,2	4,1	4,0	2,8	3,8	4,4	3,0	4,0	2,1	4,0	3,1	3,6
<i>V</i> , м/сек	3	2	4	2	3	0	1	2	2	2	1	1	0	4	4	2	4	5	2	4	0	4	2	3
<i>T</i> восх ч	5,59	7,06	5,11	7,17	6,26	8,51	8,02	7,28	7,10	6,39	8,08	7,44	8,32	4,48	4,59	7,20	5,28	4,18	7,04	5,04	8,47	5,01	6,45	5,46
<i>t</i> °. град.	4	-5	11	-6	1	-19	-12	-8	-5	-1	-13	-10	-16	14	12	-7	8	18	-5	11	-18	12	-2	6

ПРИМЕЧАНИ

- АД - аммиак под давлением;
- АИ - аммиак при изотермическом хранении;
- АГ - сжатый аммиак;
- Х Г - сжатый хлор;
- ХЖ –жидкий хлор;
- Ф - жидкий фтор;
- ОА - окислы азота;
- СА - сернистый ангидрид, жидкий;
- ВХ - водород хлористый, жидкий

ВАРИАНТ

1(данные)

- Количество АХОВ – 28 т. т. тонн
- Высота поддона или обваловки $H_m = -3,5$ м
- Метеоданные: ветер южный; скорость $V = 3$ м/сек;
- Восход солнца $T_{\text{восх в}} - 5$ часов 59 минут;
- Температура воздуха $t_{\text{град}} = 4$ градусов; ясно.
- Время начала аварии $T_{\text{ч мин.}} - 4$ часов 59 минут
- Время от начала аварии – 4 часа
- ЗНАЧ- АИ (аммиак при изотермическом хранении)

Характеристика АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон заражения

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, градусы	Пороговая токсичность, мг.мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
	газ	жидкость			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ (для различных температур)				
								-40	-20	0	20	40
Аммиак: хранение под давлением	0,0008	0,681	-33,42	15,0	0,18	0,025	0,04	0,0 0,9	0,3 1,0	0,6 1,0	1,0	1,4 1,0
изотермическое хранение	-	0,681	-33,42	15,0	0,01	0,025	0,04	0,0 0,9	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0	1,0 1,0
Водород фтористый	-	0,989	19,52	4,0	0,00	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1,0	1,0
Водород хлористый	0,0016	1,191	85,10	2,0	0,28	0,037	0,30	0,6 1,0	0,6 1,0	0,8 1,0	1,0	1,2 1,0
Водород бромистый	0,0036	1,490	-66,77	2,4	0,13	0,055	6,00	0,2 1,0	0,5 1,0	0,8 1,0	1,0	1,2 1,0
Водород цианистый	-	0,687	25,70	0,2	0,00	0,026	3,00	0,0	0,0	0,4	1,0	1,3
Окислы азота	-	1,491	21,00	1,5	0,00	10,040	0,40	0,0	0,0	0,4	1,0	1,0
Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	-10,10	1,8	0,11	0,049	0,33	0,0 0,2	0,0 0,5	0,3 1,0	1,0	1,7 1,0
Фтор	0,0017	1,512	-188,20	0,2	0,95	0,038	3,00	0,7 1,0	0,8 1,0	0,9 1,0	1,0	1,1 1,0
Хлор	0,0082	1,558	-31,10	0,5	0,18	0,052	1,00	0,0 0,9	0,2 1,0	0,6 1,0	1,0	1,4 1,0

Значение коэффициента K4 в зависимости от скорости ветра

(таб.2)

Скорость ветра, м/сек	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Значение K ₄	1,00	1,33	1,67	2,00	2,34	2,67	3,00	3,34	3,67	4,00	5,68

Определения степени вертикальной устойчивости воздуха

по прогнозу погоды (таб.3)

Скорость ветра, м/сек	Утро				День		Вечер	
	ясно, переменная облачность	сплошная облачность						
Менее 2	Ин	Из	Из (Ин)	Из	К (Из)	Из	Ин Из	Из
2 до 4	Ин	Из	Из (Ин)	Из	Из Из	Из	(Ин) Из	Из
4	Из	Из	Из	Из		Из		Из

Примечания:

1. Ин - инверсия; Из - изотермия; К - конвекция. Буквы в скобках - при наличии снежного покрова.
2. Под термином "Утро" понимается период в течение двух часов после восхода солнца.
3. Под термином "Вечер" понимается период в течение двух часов после захода солнца.
4. Скорость ветра и степень устойчивости воздуха принимаются в расчетах на момент аварии.
5. При прогнозной скорости ветра менее 0,5 м/сек зона заражения имеет вид окружности с центром в точке аварии и радиусом Г.
6. При прогнозной скорости ветра от 0,5 до 1 м/сек зона заражения имеет вид полуокружности.
7. При скорости ветра более 1 м/сек зона заражения имеет вид сектора с углом $f=90^\circ$ при скорости от 1,1 до 2 м/сек ; $f = 45^\circ$ - более 2 м/сек.
8. Биссектриса сектора совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра.
9. Значение коэффициента K5 для различных степеней устойчивости атмосферы:
 K5 = 7 при инверсии; K5 = 0.23 при изотермии; K5 = 0,08 при конвекции.

Глубины зон возможного заражения

Скорость ветра, м/сек	Среднее количество АХОВ, т															
	0,01	0,05	0,10	0,50	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	166,00	231,00	363,00
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	121,00	189,00
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	130,00
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	101,00
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	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	3,43	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	1,00	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 более 15 м/сек размеры зон заражения принимать как при скорости 15 м/сек.

2. При скорости ветра менее 1 м/сек размеры зон заражения принимать как при скорости 1 м/сек.

Скорость переноса переднего фронта облака АХОВ в зависимости от скорости ветра и вертикальной устойчивости атмосферы, км/ч (таб.5)

Устойчивость атмосферы	Скорость ветра, км/ч														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Инверсия	5	10	16	21											
Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	86
Конвекция	7	14	21	28											

Определение K_5 в зависимости от степени вертикальной устойчивости атмосферы (таб.6) (таб.6.1)

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность						
<2	ин	из	из(ин)	из	к(из)	из	ин	из
2-3,9	ин	из	из(ин)	из	из	из	из(ин)	из
>4	из	из	из	из	из	из	из	из

Инверсия	1
Изотермия	0,23
Конвекция	0,08

Определение K_6 после расчета продолжительности времени испарения АХОВ (таб.8)

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T \\ T^{0,8} & \text{при } N > T \end{cases}$$

Примечание: N – время, прошедшее после аварии, ч, T – время испарения АХОВ, ч. При принимается как для 1 ч.

Определение коэффициента K_8
(определение площади зоны фактического

Наименование	Инверсия	Изотермия	Конвекция
K_8	0,081	0,133	0,235

Угловые размеры зоны возможного

Скорость ветра, м/с	< 0,5	0,6 – 1	1,1 – 2	> 2
ϕ , градус	360	180	90	45

ЧАСТЬ

РЕШЕНИ

1. Определение количества эквивалентного вещества по первичному облаку

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

$$Q_{Э1} = K1 * K3 * K5 * K7 * Q0 = 0,01 * 0,04 * 1 * 1 * 28000 = 11,2 \text{ тонны}$$

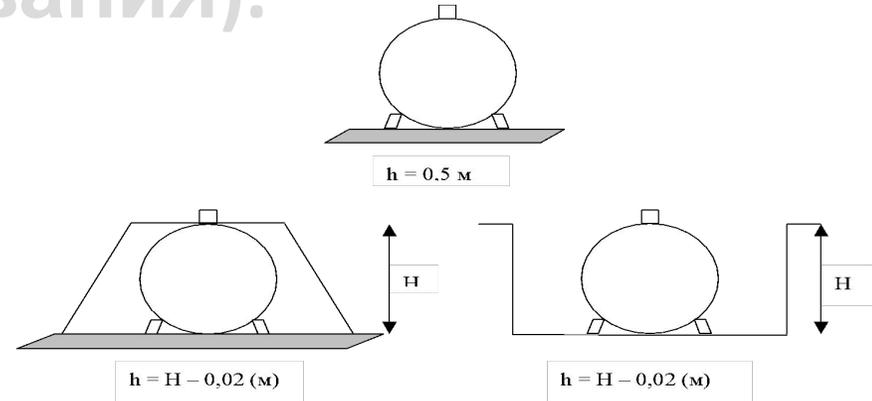
- $K1$ – коэффициент, зависящий от условия хранения АХОВ – таб. 1 (для сжатых газов $K1 = 1$);
- $K3$ – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (таб. 1);
- $K5$ – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха: принимается равным при инверсии – 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,08. Степень вертикальной устойчивости воздуха определяется по таб.6 ,таб.6.1.
- $K7$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха – таб. 1 (для сжатых газов $K7 = 1$);
- $Q0$ – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т.

2.Определение времени испарения (продолжительности поражающего действия)

- Время испарения аммиака с площади разлива: $T = \frac{h}{d \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}$
- h – толщина слоя АХОВ при разливе в обваловании ($h = 3,5 - 0,2 = 3,3$);

Таблица 3

Условия разлива	Принимаемая толщина слоя разлива, м
Свободный разлив АХОВ	$h = 0,05$ м (по всей площади разлива)
Разлив в поддон или обваловку	$h = H - 0,2$ (H - высота поддона или обваловки, м)
Разлив в групповой поддон или групповую обваловку	$h = \frac{Q_0}{Fd}$, где Q_0 - количество разлившегося АХОВ, d - плотность АХОВ, t/m^3 , F - площадь разлива, m^2



- d – плотность жидкого аммиака ($d = 0,681$); (таб.1.)
- K_2 – коэффициент, зависящий от физических свойств АХОВ ($K_2 = 0,025$);(таб.1).
- K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра; (таб. 2), (так как скорость ветра 3 м/с – $K_4 = 1,67$);
- K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха ($K_7 = 1,0$)(таб.1.)
- Время испарения (продолжительности поражающего действия) аммиака с площади разлива:
- $T = 3,3 \cdot 0,681 / 0,025 \cdot 1,67 \cdot 1 = 53,82$ ч

3. Определение эквивалентного количества вещества

во вторичном облаке.

Эквивалентное количество вещества по вторичному облаку рассчитывается по формуле:

$$Q_{э2} = (1 - K1) \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6 \cdot K7 \cdot (Q/h \cdot d), \text{ т}$$

- K1 - 0.18;(таб.1)
- K2 - 0.025; (таб.1)
- K3 - 0.04;(таб.1)
- K4 – 1 (таб.2);
- K5 – при инверсии – 1;(таб.6 ,6.1)
- K6 - 3,03 T= 53,82 часа, N=4 часа, т.к. T > N, K6 =53,82 =3,03
- K7 – 1,0 (таб.1); - для вторичного облака
- Q0 - 28000 т.
- h – толщина слоя АХОВ при разливе в обваловании (h = 3,3)
- d – плотность жидкого аммиака (d = 0,681).(таб.1)

Эквивалентное количество АХОВ, образующее вторичное облако, равно:

$$Q_{э2} = (1-0,01) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1,64 \cdot 1 \cdot 3,03 \cdot 1 \cdot (28000/3,3 \cdot 0,681) = 61,30 \text{ тонн}$$

4. Расчет глубины зоны заражения при

аварии на химически опасном объекте

- Находим (интерполированием) (таб.4) глубину зоны заражения первичным облаком (Γ_1) для $Q_{Э1} = 11,2$ т., а также вторичным облаком (Γ_2) для $Q_{Э2} = 61,30$ т.

□ Глубина зоны заражения первичным облаком $\Gamma_1 = 7,4$ км

□ Глубина зоны заражения вторичным облаком $\Gamma_2 = 22,75$ км

Полная глубина зоны заражения Γ (км), определяется по формуле

$$\underline{\Gamma = \Gamma_1 + 0,5\Gamma_2}$$

где $\Gamma_I = \Gamma_1$ – наибольший из размеров, $\Gamma_{II} = \Gamma_2$ – наименьший из размеров

$$\square \Gamma = 7,4 + 0,5 * 22,75 = 18,775 \text{ км}$$

- Полученное значение Γ сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс Γ_p , определяемым по формуле
- $\Gamma_p = Nv$
- N – время от начала аварии, 4 ч;
- v – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха, 16 км/ч

$$\Gamma_p = 4 * 16 = 64 \text{ км}$$

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	53	59	65	71	76	82	86
Конвекция															
	7	14	21	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таким образом, $\Gamma_p = 64 \text{ км}$, $\Gamma = 18,775 \text{ км}$.

$\Gamma_p > \Gamma$, поэтому при расчете площади фактического заражения будем принимать Γ ,

т.к. за окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается минимальная из величин Γ и Γ_p .

4.5 Определение площади зоны фактического заражения через 4 часа после аварии и площади

- 1. Площадь зоны возможного заражения первичным (вторичным) облаком АХОВ:

v, м/с	< 0,5	1	2	> 2
φ, град	360	180	90	45

- $S_B = 8,72 * 10^{-3} \Gamma \omega$

- S_B – площадь зоны возможного заражения АХОВ, км².

Угловые размеры зоны
возможного заражения
АХОВ

- Γ – глубина зоны заражения, км;

- ω – угловые размеры зоны возможного заражения, град.

- Из исходных данных: скорость ветра = 3 м/с , следовательно $\omega = 45$

- Площадь зоны возможного заражения :

- $S_B = 8,72 * 0,001 * 352,5 * 45 = 138,321 \text{ км}^2$

2. Площадь зоны фактического заражения через 4 часа после аварии (S_{ϕ}):

$K_8 = 0,081$ для инверсии (таб.8);

Γ_n – глубина зоны заражения, км, $\Gamma_n = 64$ км

N - время от начала аварии – 4 часа

□ Площадь зоны фактического заражения

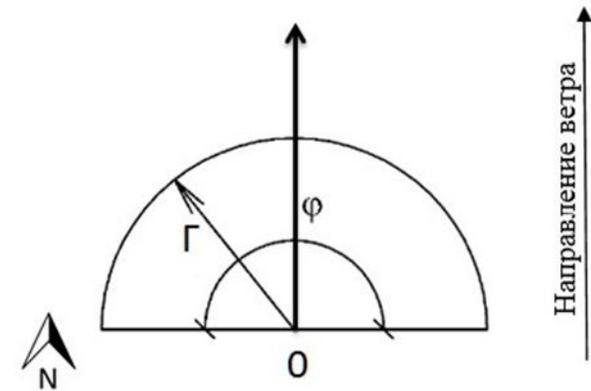
$$S_{\phi} = K_8 \Gamma_n^2 N^{0,2}$$

$$\underline{S_{\phi} = 0,081 * 64^2 * 4^{0,2} = 13,68 \text{ км}^2}$$

Наименование	Инверсия	Изотермия	Конвекция
K_8	0,081	0,133	0,235

5. Нанесение зон заражения на

- Зона возможного заражения облаком на картах (схемах) ограничена окружностью, полуокружностью или сектором с радиусом Γ и углом φ и радиус, равный глубине зоны заражения Γ ($\varphi = 45^\circ$, $\Gamma = 18,775 \text{ км}$);
- Центр окружности, полуокружности или сектора совпадает с источником заражения;
- Зона фактического заражения изображается сектором эллипса, включается в зону возможного заражения. Ввиду возможных перемещений облака под воздействием ветра фиксированное изображение зоны фактического заражения на карты (схемы) не наносится;
- Так как в исходных данных скорость ветра 1 м/с зона за полуокружности (рис.1)
- Точка "0" соответствует источнику
- заражения; угол $\varphi = 45^\circ$;
- радиус полуокружности равен $\Gamma = 18,775 = 19 \text{ км}$;
- ось следа облака ориентирована
- по направлению ветра – на север.



ВЫВОД

ы:

- Таким образом, так как продолжительность поражающего действия АХОВ, в данном случае – аммиака под давлением - равна времени испарения и составляет 54,22 часа, а глубина зоны заражения города 20 км, можно сделать вывод, что через 4 часа после аварии облако зараженного воздуха представит опасность для населения, проживающего на удалении 19км от места аварии севернее, из-за южного ветра в 3 м/с, в течение последующих $(54,22-4) = 50,22$ ч, или 3,5 суток, с площадью зоны заражения

$S_{\phi} = 413,68$ км². Площадь зоны возможного заражения

$S_B = 138,321$ км².