

«Оценка химической
обстановки при
авариях на химически
опасных объектах»

1. Цель 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.

2. Теоретические данные

- АХОВ – аварийно-химические опасные вещества. К ним относятся химические вещества, применяемые в народнохозяйственных целях, которые при выливе или выбросе могут приводить к заражению воздуха с поражающими концентрациями.
- Химически опасный ОЭ – это объект при аварии и разрушении которого могут произойти массовые поражения людей и животных от АХОВ.
- Зона заражения АХОВ – территория, зараженная АХОВ в опасных для жизни людей пределах.
- Прогнозирование масштаба заражения АХОВ - определение глубины и площади зоны заражения АХОВ.
- Авария - нарушение технологических процессов на производстве.
- Разрушением химически опасного объекта - его состояние в результате катастроф и стихийных бедствий, приведших к полной разгерметизации всех ёмкостей и нарушению технологических коммуникаций.

Исходные данные

$T=6$ ч 20 мин – время, когда произошла авария;

Знач.1 – АИ (аммиак при изотермическом хранении)

$Q=20$ тыс. т

$H=2,8$ м – высота обваловки;

$V=2$ м/с – скорость ветра;

$T_{\text{восх.}}=7$ ч 20 минут – время восхода солнца

$t=-7^{\circ}$

Значения параметр ов	Варианты исходных данных																							
	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
ЗНАЧ.1	АИ	АИ	АД	АИ	АИ	АД	ХЖ	АД	АИ	АИ	АИ	ХЖ	АИ	АИ	АИ	АИ	АД	АД	АИ	АИ	АД	АД	ХЖ	АИ
<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> <u>восх</u> 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> _в ^о . 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

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.

4. Выполнение расчетов

4.1 Определение количества эквивалентного вещества по первичному облаку

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

$$Q_{\text{Э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 ,$$

K_1 – коэффициент, зависящий от условия хранения АХОВ (=0,01);

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (= 0,04);

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха: принимается равным при инверсии – 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,08. Степень вертикальной устойчивости воздуха (инверсия -> $K_5=1$);

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (= 1,0);

Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т. (= 20 000 т)

Характеристика АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон заражения



Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, градусы	Пороговая токсическая доза	Значения вспомогательных коэффициентов							
	газ	жид-			K ₁	K ₂	K ₃	K ₄ (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	0,3	0,6	1,0	1,4
изотермическое хранение	-	0,681	-33,42	15,0	0,01	0,025	0,04	0,0	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	0,3	1,0	1,0
Водород хлористый	0,0016	1,191	85,10	2,0	0,28	0,037	0,30	0,6	0,6	0,8	1,0	1,2
Водород бромистый	0,0036	1,490	-66,77	2,4	0,13	0,055	6,00	0,2	0,5	0,8	1,0	1,2
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	1,3	0,00	10,04	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	0,0	0,3	1,0	1,7
Фтор	0,0017	1,512	-188,20	0,2	0,95	0,038	3,00	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
Хлор	0,0082	1,558	-31,10	0,5	0,18	0,052	1,00	0,0	0,2	0,6	1,0	1,4

Примечание:

- 1). Числитель - значение коэффициента K₄ для первичного облака АХОВ; знаменатель - для вторичного облака АХОВ;
- 2). Плотность газообразных АХОВ (графа 2) приведена для атмосферного давления; при давлении в емкости, отличающегося от атмосферного, плотность газообразных АХОВ определяется путем умножения данных графы 2 на значение давления. В работе принимаем значение давления для газообразных АХОВ пропорционально скорости ветра, увеличенная на 2 единицы, т.е. P_н = V + 2.

$$Q_{э1} = 0,01 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 20\,000 = 8 \text{ т}$$

4.2 Определение времени испарения (продолжительности поражающего действия) аммиака с площади разлива (из обвалования).

Время испарения аммиака с площади разлива:

$$T = h \cdot d / K2 \cdot K4 \cdot K7$$

h – толщина слоя АХОВ при разливе в обваловании (**h = H-0,2 = 2,8-0,2=2,6**);

d – плотность жидкого АХОВ (=0,681);

K2 – коэффициент, зависящий от физических свойств АХОВ (=0,025);

K4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (=1,33);

K7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (=1,0)

Таблица 4

Зависимость коэффициента K_4 от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4
K_4	1,0	1,33	1,67	2,0

4.3 Определение эквивалентного количества вещества во вторичном облаке.

Эквивалентное количество вещества по вторичному облаку рассчитывается по формуле:

$$Q_{э2} = (1 - K_1) * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 * K_7 \frac{Q_0}{hd}$$

K_5 -Инверсия-1;Изотермия-0,23;Конвекция-0,08

K_6 -

Определение K_6 после расчета продолжительности времени испарения АХОВ

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

Примечание: N – время, прошедшее после аварии, ч, T – время испарения АХОВ, ч. При $T \leq 1$ ч K_6 принимается как для 1 ч.

$$Q=(1-0,01) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3,03 \cdot 1 \cdot 20000 / (2,6 \cdot 0,681) = 45 \text{ т}$$

$$\text{Так как } N < T, K_6 = N^{0,8} = 4^{0,8} = 3,03$$

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

Находим (интерполированием) глубину зоны заражения первичным облаком (Γ_1) для $Q_{Э1}$, а также вторичным облаком (Γ_2) для $Q_{Э2}$

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

$$\Gamma = \Gamma_I + 0,5\Gamma_{II}$$

где Γ_I – наибольший из размеров, Γ_{II} –наименьший из размеров

$$\Gamma_1 = 9,2 \text{ км}; \quad \Gamma_2 = 26,8 \text{ км}$$

Полная глубина зоны заражения Γ (км),

$$\Gamma = \Gamma_I + 0,5\Gamma_{II} = 26,8 + 0,5 \cdot 9,2 = 31,4 \text{ км}$$

Глубины зон возможного заражения АХОВ, км

Таблица

Скорость ветра, м/сек	Эквивалентное 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 принимают как при скорости 15 м/сек.

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

Полученное значение Γ сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс Γ_n , определяемым по формуле

$$\Gamma_n = N \cdot v$$

N – время от начала аварии, 4 ч;

v – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха,

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	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

$$\Gamma_n = N \cdot v = 4 \cdot 10 = 40 \text{ км}; \Gamma_n < \Gamma$$

За окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается минимальная из величин Γ и Γ_n .

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

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

$$S_{\text{В}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi$$

$S_{\text{В}}$ – площадь зоны возможного заражения АХОВ, км²;

Γ – глубина зоны заражения, км;

φ – угловые размеры зоны возможного заражения, град.

$v, \text{ м/с}$	$< 0,5$	1	2	> 2
$\varphi, \text{ град}$	360	180	90	45

$$S_{\text{В}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi = 8,72 \cdot 31,4 \cdot 90 \cdot 10^{-3} = 763,93$$

2. Площадь зоны фактического заражения через 4 часа после аварии (S_ф):

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

Наименование	Инверсия	Изотермия	Конвекция
K ₈	0,081	0,133	0,235

Г_н – глубина зоны заражения, км,

N - время от начала аварии – 4 часа

$$S_{\phi} = 0,081 \cdot 40^2 \cdot 4^{0,2} = 171 \text{ км}^2$$

5. Нанесение зон заражения на топографические карты и схемы.

- Зона возможного заражения облаком на картах (схемах) ограничена окружностью, полуокружностью или сектором, имеющим угловые размеры φ и радиус, равный глубине зоны заражения Γ (φ , Γ);
- Центр окружности, полуокружности или сектора совпадает с источником заражения;
- Зона фактического заражения, имеющая форму 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 заражения имеет вид полуокружности (рис.1)
- Точка "0" соответствует источнику заражения; угол φ ; радиус полуокружности равен Γ ; ось следа облака ориентирована по направлению ветра – на север.

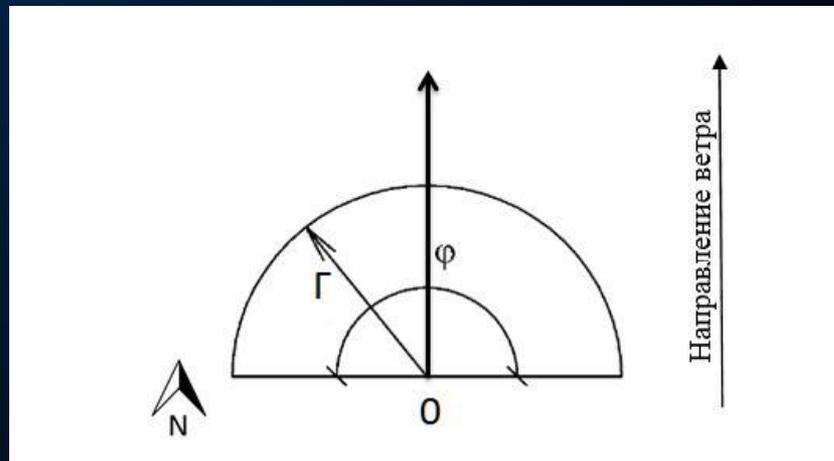


Рисунок 1

6. Вывод

- Таким образом, так как продолжительность поражающего действия АХОВ, в данном случае – аммиака при изотермическом хранении - равна времени испарения и составляет 53 часа 25 минут, а глубина зоны заражения города 31,4 км, можно сделать вывод, что через 4 часа после аварии облако зараженного воздуха представит опасность для населения, проживающего на удалении 31,4 км от места аварии севернее из-за южного ветра в 2 м/с в течение последующих $(53,25-4) = 49,25$ ч (или более 2 суток) с площадью зоны заражения $S_{\phi} = 171 \text{ км}^2$. Площадь зоны возможного заражения $S_{\text{в}} = 763,93 \text{ км}^2$.



Заблаговременно проводятся следующие мероприятия химической защиты:

- Создаются и эксплуатируются системы контроля за химической обстановкой в районах химически опасных объектов и локальные системы оповещения о химической опасности;
- Разрабатываются планы действий по предупреждению и ликвидации химической аварии;
- Накапливаются, хранятся и поддерживаются в готовности средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, приборы химической разведки, дегазирующие вещества;
- Поддерживаются в готовности к использованию убежища, обеспечивающие защиту людей от АХОВ;
- Принимаются меры по защите продовольствия, пищевого сырья, фуража, источников (запасов) воды от заражения АХОВ;
- Проводится подготовка к действиям в условиях химических аварий аварийно-спасательных подразделений и персонала ХОО;
- Обеспечивается готовность сил и средств подсистем и звеньев РСЧС, на территории которых находятся химически опасные объекты, к ликвидации последствий химических аварий.

К основным мероприятиям химической защиты

относятся:

- Обнаружение факта химической аварии и оповещение о ней;
- Выявление химической обстановки в зоне химической аварии;
- Соблюдение режимов поведения на зараженной территории, норм и правил химической безопасности;
- Обеспечение населения, персонала аварийного объекта и участников ликвидации последствий химической аварии средствами индивидуальной защиты органов дыхания и кожи, применение этих средств;
- Эвакуация населения при необходимости из зоны аварии и зон возможного химического заражения;
- Укрытие населения и персонала в убежищах, обеспечивающих защиту от АХОВ;
- Оперативное применение антидотов (противоядий) и средств обработки кожных покровов;
- Санитарная обработка населения, персонала и участников ликвидации последствий аварий;
- Дегазация аварийного объекта, территории, средств и другого имущества.