«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Кафедра: Техносферной безопасности

Тема: «Оценка химической обстановки при авариях на химически опасных объектах»

Выполнили студенты группы 3-ДАСб-3:

Ткачук Анна

Сазыкина Вероника

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.

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.

Химически опасный объект народного хозяйства – объект, при аварии или разрушении которого могут произойти массовые поражения людей, животных и растений сильнодействующими ядовитыми веществами.

Первичное облако – облако АХОВ, образующееся в результате мгновенного (1–3 мин) перехода в атмосферу части содержимого ёмкости АХОВ при её разрушении.

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

Пороговая токсодоза – ингаляционная токсодоза, вызывающая начальные симптомы поражения.

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

Площадь зоны возможного заражения АХОВ – площадь территории, в пределах которой под воздействием изменения ветра может перемещаться облако АХОВ.

Исходные данные

Значения параметров	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
T; 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
Q, 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
H,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
V, 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
T 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
t°. 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

Примечания:

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.

Исходные данные

- Наименование АХОВ – *аммиак под давлением*

Основные свойства:

- Количество АХОВ 11 тыс. тонн
- Высота поддона или обваловки 2,1 м
- Метеоданные: ветер южный; скорость – V= 3 м/сек; изотермия,
- Восход солнца 8 часов 47 минут
- Температура воздуха t= 20 °С; ясно.
- Время начала аварии = 7 часов 47 минут
- Время от начала аварии = 4 часа

Значения параметров	21
Т; ч, мин.	7.47
ЗНАЧ.1	АД
Q, тыс.т	11
Н,м	2,1
V, м/сек	0
Т восх ч	8,47
t°. град.	-18

Порядок выполнения расчетов

1. Определение количества эквивалентного вещества по первичному облаку

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

$$Q_{Э1} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0$$

K_1 – коэффициент, зависящий от условия хранения АХОВ – прил. 1 (принимаем К1 = 0,01);
K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ - прил. 1 (принимаем К3=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 определяется по прил. 4;
K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха – прил. 1 (для сжатых газов К7 = 1);
Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т.

Значения параметров	21
Т; ч, мин.	7.47
ЗНАЧ.1	АД
Q, тыс.т	11
Н,м	2,1
V, м/сек	0
Т восх ч	8,47
t°. град.	-18

- Инверсия – состояние атмосферы, при котором восходящие потоки воздуха отсутствуют, а температура почвы ниже температуры воздуха (обычно ночью, при ясной погоде, слабом ветре), (tп < tв);
- Конвекция – состояние атмосферы, при котором сильно развиты восходящие потоки воздуха, а температура поверхности почвы выше температуры воздуха (tп > tв);
- Изотермия – такое состояние атмосферы, при котором восходящие потоки воздуха очень слабы, а температура почвы равна температуре воздуха (tп = tв)

Определение степени вертикальной устойчивости воздуха по прогнозу погоды

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность	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

Время суток – ночь (4 часов 59минут)
Скорость ветра – 3 м/с , Ясно

Вертикальная устойчивость воздуха – определяется как ИЗОТЕРМИЯ

Определяем значения для формулы определения эквивалентного количества вещества по первичному облаку

Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м°		Температура кипения, градусы	Пороговая токсидоза, мг. мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
					K_1	K_2	K_3	K_7 (для различных температур)				
	газ	жидкость						-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 1,0	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 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 1,0	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 1,0	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 1,0	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 1,0	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 1,0	1,4 1,0

Значения параметров	21
T; ч, мин.	7.47
ЗНАЧ.1	АД
Q, тыс.т	11
H,м	2,1
V, м/сек	0
T восх ч	8,47
t°. град.	-18

Числитель - значение коэффициента K_7 для первичного облака АХОВ; знаменатель - для вторичного облака АХОВ

Эквивалентное количество вещества по первичному облаку:

$$Q_{Э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 = 0{,}18 \cdot 0{,}04 \cdot 0{,}23 \cdot 0{,}3 \cdot 11000 = 5{,}465 \text{ т.}$$

$$Q_{Э1} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0$$

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

Время испарения аммиака с площади разлива:

$$T = hd / K2K4K7$$

h – толщина слоя АХОВ при разливе в обваловании (h = 2,1-0,2 = 1,9);
d – плотность жидкого аммиака (d = 0,681);
К2 – коэффициент, зависящий от физических свойств АХОВ (К2 = 0,025);
К4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра; (так как скорость ветра 0 м/с – К4 = 1,00);
К7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (К7 = 0,3)

Значения параметров	21
Т; ч, мин.	7.47
ЗНАЧ.1	АД
Q, тыс.т	11
Н,м	2,1
V, м/сек	0
Т восх ч	8,47
t°. град.	-18

Скорость ветра, м/сек	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Значение $К_4$	1,00	1,33	1,67	2,00	2,34	2,67	3,00	3,34	3.67	4,00	5,68

Время испарения (продолжительности поражающего действия) аммиака с площади разлива:

Т =h*d/(К2*К4*К7)= 1,9*0,681/(0,025*1,00*0,3) = 172,52ч.

3.Определение эквивалентного количества вещества во вторичном облаке.

Эквивалентное количество вещества по вторичному облаку рассчитывается по формуле:

$$Q_{э2} = (1 - K1) * K2 * K3 * K4 * K5 * K6 * K7 * (Q_0/(h*d)), т$$

Значения параметров	21
Т; ч, мин.	7.47
ЗНАЧ.1	АД
Q, тыс.т	11
Н,м	2,1
V, м/сек	0
Т восх ч	8,47
t°. град.	-18

К1 – 0,18;

К2 - 0.025;

К3 - 0.04;

К4 – 1,00

К5 – при изотермии – 0,23;

К6 - 3,03 (**Т= 172,52 часа, N=4 часа**, т.к. Т > N, $K_6 = 4^{0,8}$=**3,03)**

К7 – 1,0 - для вторичного облака (берем знаменатель из таблицы)

Q_0 - 11000 т.

h – толщина слоя АХОВ при разливе в обваловании (h = 2,1-0,2 = 1,9)

d – плотность жидкого (d = 0,681)

Эквивалентное количество АХОВ, образующее вторичное облако, равно:

$$Q_{э2} = (1-0,18)*0,025*0,04*1,00*0,23*3,03*1*(11000/(1,9*0,681)) = 4,86 т$$

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

Находим (интерполированием) глубину зоны заражения первичным облаком (Г1) для QЭ1 = 5,465 т., а также вторичным облаком (Г2) для QЭ 2 = 4,86 т.

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	1 9,20	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

Глубина зоны заражения первичным облаком **Г1 = 5.58 км**

Глубина зоны заражения вторичным облаком **Г2 = 5.25 км**

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

$$\mathbf{Г = Г_{I} + 0{,}5Г_{II}}$$

где $Г_{I}$ = Г1 – наибольший из размеров, $Г_{II}$ = Г2 –наименьший из размеров

Г = 5,58+0,5*5,25 = 8,205 км

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

$$Г_п = Nv$$

N – время от начала аварии, **4 ч;**

V– скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха, **16 км/ч**

$Г_п$ = 4*16 = 64 км

Таблица 6

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, $Г_п$ = 64 км, Г = 8,205 км.

$Г_п$ > Г, поэтому при расчете площади фактического заражения будем принимать **Г,**

т.к. за окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается минимальная из величин Г и $Г_п$.

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

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

$$S_в = 8{,}72 * 10^{-3}\ Г^2 ω$$

***S*в** – площадь зоны возможного заражения АХОВ, км2;

Г – глубина зоны заражения, км;

ω – угловые размеры зоны возможного заражения, град.

Таблица 7

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

Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ

Из исходных данных: скорость ветра = 3 м/с , следовательно ω = 45

Площадь зоны возможного заражения :

$$S_в = 8{,}72*10^{-3}*20{,}165^2*45 = 159{,}56\ км^2$$

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

$$S_{ф} = K_8 \Gamma^2 N^{0,2}$$

Таблица 8

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

К8 = 0,133 для изотермии (таб.8);

Г – глубина зоны заражения, км, **Г = 8,205 км**

N - время о т начала аварии – **4 часа**

Площадь зоны фактического заражения

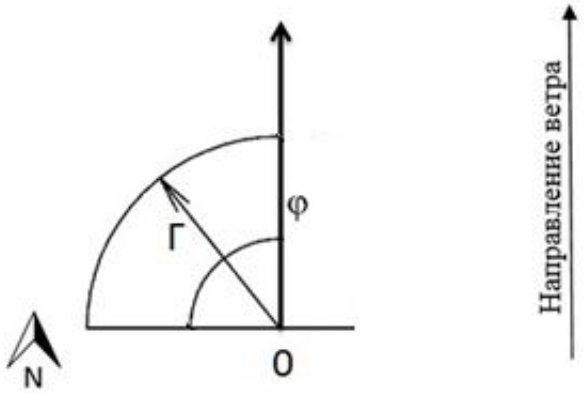
$$S_{ф} = 0,133 * 8,205^2 * 4^{0,2} = 11,82 \text{ км}^2$$

6. 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 Г (φ =45, Г= 8,205

$$\varphi = \begin{cases} 90^\circ \text{ при } u = 1{,}1...2 \text{ м/с}, \\ 45^\circ \text{ при } u > 2 \text{ м/с}; \end{cases}$$

- . Точка «0» соответствует источнику заражения. Биссектриса сектора совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра;
- 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 3 м/с зона заражения имеет вид сегмента окружности
- Точка "0" соответствует источнику заражения; угол φ =45°; радиус четверти окружности равен Г=8,205 км; ось следа облака ориентирована по направлению ветра – на сев



7. Вывод

- **<u>Таким образом,</u>** так как продолжительность поражающего действия АХОВ, в данном случае – аммиак под давлением.
- - равна времени испарения и составляет 172,52 часа, а глубина зоны заражения города 8,205 км, можно сделать вывод, что через 4 часа после аварии облако зараженного воздуха представит опасность для населения, проживающего на удалении 8,205 км от места аварии севернее, из-за южного ветра в 3 м/с, в течение последующих (172,52-4) = 168,52 ч, или 7 суток, с площадью зоны заражения Sф = 11,82 км2. Площадь зоны возможного заражения Sв=159,56 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.

Таким образом, уменьшить возможные потери, защитить людей от поражающих факторов аварий на ХОО можно проведением специального комплекса мероприятий. Часть этих мероприятий проводится заблаговременно, другие осуществляются постоянно, а третьи — с возникновением угрозы аварии и с ее началом.

Выбросы аммиака на Горловском химическом концерне в городе Горловка на Украине

Список используемой литературы

1) Конспект лекций по дисциплине.

2) В.В. Цаплин, С.Н. Панов «Безопасность жизнедеятельности» практикум, часть 1. Учебное пособие. СПбГАСУ, 2019 г.

3) СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51-90»)