

Лабораторная работа № 4

Виявлення глибини поширення вражаючих концентрацій сильнодіючих отруйних речовин (СДОР)

Визначення еквівалентної кількості речовини в первинній хмарі Q_{E1} (т) визначається за формулою:

$$Q_{E1} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0, \quad (1)$$

де:

K_1 – коефіцієнт, що залежить від умови зберігання СДОР (дивись допоміжні таблиці, для стиснутих газів $K_1 = 1$);

K_3 – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсидози хлору до порогової токсидози іншого СДОР (дивись допоміжні таблиці);

K_5 – коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості атмосфери; для інверсії приймається рівним 1, для ізотермії – 0,23, для конвекції – 0,08;

K_7 – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря (дивись допоміжні таблиці, для стислих газів $K_7 = 1$);

Q_0 – кількість викинутої або розлитої під час аварії речовини, т.

Визначення еквівалентної кількості речовини у вторинній хмарі Q_{E2} розраховують за формулою:

$$Q_{E2} = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0}{h \cdot d}, \quad (2)$$

де:

K_2 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР (дивись допоміжні таблиці);

K_4 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (дивись допоміжні таблиці);

K_6 – коефіцієнт, що залежить від часу N , який минув після початку аварії. Необхідно враховувати максимальний час небезпечного випаровування T . Відповідно, $N = T$, $K_6 = T^{0.8}$. Наприклад, максимальний час небезпечного випаровування хлору за середніх метеорологічних умов дорівнює 1,5 години: $K_6 = T^{0.8} = 1,5^{0.8} = 1,38$ (хлор);

K_7 – коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря (якщо в колонках вказано дріб, то слід вибрати чисельне значення знаменника для вторинної хмари);

h – товщина шару СДОР – 0,05 м;

d – густина СДОР, т/м³ (дивись допоміжні таблиці).

Після обчислення еквівалентної маси первинної та вторинної токсичної хмари необхідно визначити глибину поширення первинних вражаючих концентрацій CP_r за формулою:

$$\Gamma_{\text{CPr}} = (\Gamma_2 + 0,5\Gamma_1) \text{ км.} \quad (3)$$

Для визначення глибини поширення летальних концентрацій Γ_{CL} необхідно побудувати рівняння рівних відносних концентрацій за законом зворотних пропорційних відношень. Із цього закону випливають три правила.

Правило 1-е. Зворотно пропорційній залежності підкоряються співвідношення між інгалаційними токсодозами і глибинами їх поширення:

$$\text{CPr} / \text{CE} = \Gamma_{\text{CE}} / \Gamma_{\text{CPr}}; \text{ и } \text{CPr} / \text{CL} = \Gamma_{\text{CL}} / \Gamma_{\text{CPr}}; \quad (4)$$

Правило 2-ге. Добуток різних інгалаційних токсидоз для однієї й тієї самої сильнодіючої отруйної речовини та відповідних глибин їхнього поширення дорівнює між собою:

$$\text{CPr}_{50} \cdot \Gamma_{\text{CPr}} = \Gamma_{\text{CE}} \cdot \text{CE}_{50}; \text{ и } \text{CPr}_{50} \cdot \Gamma_{\text{CPr}} = \Gamma_{\text{CL}} \cdot \text{CL}_{50}; \quad (5)$$

Правило 3-тє. Щоб знайти невідому глибину поширення інгалаційних токсидоз, достатньо перетворити рівняння, складені за правилом 2:

$$\Gamma_{\text{CE}} = \text{CPr}_{50} \cdot \Gamma_{\text{CPr}} / \text{CE}_{50}; \text{ и } \Gamma_{\text{CL}} = \text{CPr}_{50} \cdot \Gamma_{\text{CPr}} / \text{CL}_{50}. \quad (6)$$

Заражене повітря незалежно від маси сильнодіючих речовин не поширюється на глибину понад 80 км. Значення глибини поширення первинної вражаючої дози CPr , отримане за рівняннями (1), (2), (3), необхідно порівняти з глибиною перенесення повітряних мас $\Gamma_{\text{п}}$ за формулою:

$$\Gamma_{\text{п}} = N \cdot V, \quad (7)$$

де, N – час від початку аварії в годинах,

V – швидкість перенесення зараженого повітря при даній швидкості вітру і ступені вертикальної стійкості повітря, км/год, що визначається за даними таблиці.

З отриманих двох значень вибирається найменше. Вплив маси сильнодіючих отруйних речовин на формування токсичної хмари зберігається за більш високих ефективних і летальних концентрацій.

Таблиця 1 – Швидкість (км/год) перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря залежно від швидкості вітру

Стан атмосфери (ступінь вертикальної стійкості)	швидкість вітру, м/с										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Інверсія	5	10	16	21	–	–	–	–	–	–	–
Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	88
Конвекція	7	14	21	28	–	–	–	–	–	–	–

Таблиця 2 – Значення коефіцієнта K4 залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K ₄	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,4	3,67	4,0	5,68

Завдання:

На хімічному підприємстві сталася аварія на технологічному трубопроводі з рідким хлором, що перебуває під тиском. Кількість рідини, що витекла з трубопроводу, не встановлено. Відомо, що в технологічній системі містилося 40 т зрідженого хлору.

Потрібно визначити глибину зони можливого зараження хлором за часу від початку аварії 1 год і тривалість дії джерела зараження (час випаровування хлору).

Метеорологічні умови на момент аварії: швидкість вітру 5 м/с. температура повітря 0°C, ізотермія. Розлив СДОР на підстилаючій поверхні – вільний.

Таблица 3

388

Экстремальная токсикология

Приложение 2, с. 14

Глубина зоны заражения, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество СДЯВ, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менее	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49
15 и более	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34

Справочные данные

389

Приложение 2, с. 15

Глубина зоны заражения, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество СДЯВ, т								
	30	50	70	100	300	500	700	1000	2000
1 и менее	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	288	363	572
2	21,2	28,73	35,35	44,09	87,79	121	150	189	295
3	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	104	130	202
4	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	81,17	101	157
5	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	67,15	83,60	129
6	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	56,72	71,70	110
7	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	50,93	63,16	96,30
8	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	45,79	56,70	86,20
9	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	41,76	51,60	78,30
10	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	38,50	47,53	71,90
11	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	35,81	44,15	66,62
12	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58	27,61	35,55	41,30	62,20
13	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	31,62	38,90	58,44
14	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	29,95	36,81	55,20
15 и более	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60	23,50	28,48	34,98	52,37

Таблица 4

390

Экстремальная токсикология

Приложение 3, с. 16

Характеристики СДЯВ и вспомогательные

№ п/п	СДЯВ	Плотность СДЯВ, т/м³		Температура кипения, 0 °С	Пороговая токсологическая доза, мг/мин
		газ	жидкость		
1	2	3	4	5	6
1	Акролеин	—	0,839	52,7	0,2*
2	Аммиак хранение под давлением изотермическое хранение	0,0008	0,681	-33,42	15
		—	0,681	-33,42	15
3	Ацетонитрил	—	0,786	81,6	21,6**
4	Ацетонциангидрид	—	0,932	120	1,9**
5	Водород мышьяковистый	0,0035	1,64	-62,47	0,2**
6	Водород фтористый	—	0,989	19,52	4*
7	Водород хлористый	0,0016	1,191	-85,10	2
8	Водород бромистый	0,0036	1,490	-66,77	2,4*
9	Водород цианистый	—	0,687	25,7	0,2
10	Диметиламин	0,0020	0,680	6,9	1,2*
11	Метиламин	0,0014	0,699	-6,5	1,2*
12	Метил бромистый	—	1,732	3,6	1,2*
13	Метил хлористый	0,0023	0,983	-23,76	10,8**
14	Метилакрилат	—	0,953	80,2	6*
15	Метилмеркаптан	—	0,867	5,95	1,7**
16	Нитрил акриловой кислоты	—	0,806	77,3	0,75
17	Оксиды азота	—	1,491	21,0	1,5
18	Оксид этилена	—	0,882	10,7	2,2**
19	Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8

Справочные данные

391

Приложение 3, с. 17

коэффициенты для определения глубины зоны заражения

Значения вспомогательных коэффициентов							
K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температуры воздуха (°С)				
			-40	-20	0	20	40
7	8	9	10	11	12	13	14
0	0,013	3,0	0,1	0,2	0,4	1	2,2
0,18	0,025	0,04	0/9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
0,01	0,025	0,04	0/9	1/1	1/1	1/1	1/1
0	0,004	0,028	0,02	0,1	0,3	1	2,6
0	0,002	0,316	0	0	0,3	1	1,5
0,17	0,054	3,0	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1
0,28	0,037	0,30	0,4/1	0,6/1	0,8/1	1/1	1,2/1
0,13	0,055	0,25	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
0	0,026	3,0	0	0	0,4	1	1,3
0,06	0,041	0,5	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,5/1
0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,3/1	1/1	1,8/1
0,04	0,039	0,5	0/0,2	0/0,4	0/0,9	1/1	2,3/1
0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1	0,5/1	1/1	1,5/1
0	0,005	0,1	0,1	0,2	0,4	1	3,1
0,06	0,043	0,353	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,4/1
0	0,007	0,80	0,04	0,1	0,4	1	2,4
0	0,040	0,40	0	0	0,4	1	1
0,05	0,041	0,27	0/1	0/0,3	0/0,7	1/1	3,2/1
0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,3/1	1/1	1,7/1

Таблица 5

392

Экстремальная токсикология

Приложение 3, с. 18

Характеристики СДЯВ и вспомогательные

№ п/п	СДЯВ	Плотность СДЯВ, т/м³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза, мг·мин/л
		газ	жидкость		
1	2	3	4	5	6
20	Сероводород	0,0015	0,964	-60,3	16,1
21	Серовуглерод	—	1,263	46,2	45
22	Соляная кислота (концентрированная)	—	1,198	—	2
23	Триметиламин	—	0,671	2,9	6*
24	Формальдегид	—	0,815	-19,0	0,6
25	Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6
26	Фтор	0,0017	1,512	-188,2	0,2*
27	Фосфор треххлористый	—	1,570	75,3	3
28	Фосфора хлорокись	—	1,675	107,2	0,06*
29	Хлор	0,0032	1,553	-34,1	0,6
30	Хлорпикрин	—	1,658	112,3	0,02
31	Хлорциан	0,0021	1,220	12,6	0,75
32	Этиленмин	—	0,838	55,0	4,8
33	Этиленсульфид	—	1,005	55,0	0,1*
34	Этилмеркаптан	—	0,839	35	2,2**

Примечания.

1. Плотности газообразных СДЯВ в графе 3 приведены для атмосферного давления; при давлении в емкости, отличном от атмосферного, плотности определяются путем умножения данных графы 3 на значение давления в атмосферах (1 атм = 760 мм рт.ст.).

2. Значения K_1 в графах 10-14 в числителе приведены для первичного, в знаменателе — для вторичного облака.

Справочные данные

393

Приложение 3, с. 19

коэффициенты для определения глубины зоны заражения

Значения вспомогательных коэффициентов							
K_1	K_2	K_3	K_4 для температуры воздуха (°С)				
			-40	-20	0	20	40
7	8	9	10	11	12	13	14
0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
0	0,021	0,013	0,013	0,2	0,4	1	2,1
0	0,021	0,30	0,03	0,1	0,3	1	1,6
0,07	0,047	0,1	0/0,1	0/0,4	0/0,9	1/1	2,2/1
0,19	0,034	1,0	0/0,4	0/1	0,5/1	1/1	1,5/1
0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1
0,95	0,038	3,0	0,7/1	0,8/1	0,9/1	1/1	1/1
0	0,010	0,2	0,1	0,2	0,4	1	2,3
0	0,003	10,0	0,05	0,1	0,3	1	2,6
0,18	0,052	1,0	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
0	0,002	30,0	0,03	0,1	0,3	1	2,9
0,04	0,048	0,80	0/0	0/0	0/0,6	1/1	3,9/1
0	0,009	0,125	0,05	0,1	0,4	1	2,2
0	0,013	6,0	0,05	0,1	0,4	1	2,2
0	0,028	0,27	0,1	0,1	0,5	1	1,7

3. В графе 6 численные значения токсодоз, помеченные звездочками, определены ориентировочно по соотношению:

$$D = 240 \cdot K \cdot \text{ПДК}_{\text{р.з.}}$$

где D — токсодоза, мг·мин/л;

$\text{ПДК}_{\text{р.з.}}$ — ПДК рабочей зоны (мг/л) по ГОСТ 12.1.005-88;

$K = 5$ для раздражающих ядов (помечены одной звездочкой);

$K = 9$ для всех прочих ядов (помечены двумя звездочками).

4. Значения K_1 для изотермического хранения аммиака приведено для случая разлива (выброса) в поддон.