

## Лабораторна робота № 3

### Розрахунок часу небезпечного випаровування сильнодіючих отруйних речовин

Для визначення часу небезпечного випаровування сильнодіючих отруйних речовин, які мають токсичні властивості, використовують наступну розрахункову формулу:

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7}, \quad (1)$$

де:

h – шар отруйної рідини при звичайному розтіканні її по поверхні – 0,05 м;

d – щільність сильнодіючої отрути у рідкій фазі;

K<sub>2</sub> – коефіцієнт, який відображає фізико-хімічні властивості сильнодіючих отрут;

K<sub>4</sub> – коефіцієнт, який визначає залежність від швидкості вітру;

K<sub>7</sub> – температурний коефіцієнт (якщо в колонках вказаний дріб, то необхідно вибрати чисельне значення знаменника для вторинної хмари).

#### Завдання.

**А.** У результаті корозії цистерн відбувся витік сильнодіючих отруйних речовин (бромистого метилу, метилмеркаптану, фтористого водню, оксиду азоту и оксиду етилену). Метеорологічні умови: 0°C, швидкість вітру 3 м/с, інверсія.

Визначити час уражальної дії цих речовин.

**Б.** У результаті корозії цистерн відбувся витік сильнодіючих отруйних речовин (діметиламіну, метиламіну, хлористого водню, метилакрилату и сірчаного ангідриду). Метеорологічні умови: –20°C, швидкість вітру 5 м/с, інверсія.

Визначити час уражальної дії цих речовин.

**Таблиця 1 – Значення коефіцієнта K<sub>4</sub> в залежності від швидкості вітру**

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

Таблица 2

Глубина зоны заражения, км

| Скорость<br>ветра, м/с | Эквивалентное количество СДЯВ, т |      |      |      |      |      |       |       |       |
|------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
|                        | 0,01                             | 0,05 | 0,1  | 0,5  | 1    | 3    | 5     | 10    | 20    |
| 1<br>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<br>и более          | 0,10                             | 0,22 | 0,31 | 0,69 | 0,97 | 1,68 | 2,17  | 3,07  | 4,34  |

Глубина зоны заражения, км

| Скорость<br>ветра, м/с | Эквивалентное количество СДЯВ, т |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                        | 30                               | 50    | 70    | 100   | 300   | 500   | 700   | 1000  | 2000  |
| 1<br>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<br>и более          | 5,31                             | 6,86  | 8,11  | 9,70  | 17,60 | 23,50 | 28,48 | 34,98 | 52,37 |

## Характеристики СДЯВ и вспомогательные

| № п/п | СДЯВ  | Плотность СДЯВ, т/м <sup>3</sup> |          | Температура кипения, 0 °С | Пороговая токсоложа, мг*мин/л |
|-------|---|----------------------------------|----------|---------------------------|-------------------------------|
|       |   | газ                              | жидкость |                           |                               |
| 1     | 2   | 3                                | 4        | 5                         | 6                             |
| 1     | Акролен   | —                                | 0,839    | 52,7                      | 0,2*                          |
| 2     | Аммиак<br>хранение под давлением<br>изотермическое хранение | 0,0008                           | 0,681    | -33,42                    | 15                            |
|       |   | —                                | 0,681    | -33,42                    | 15                            |
| 3     | Ацетонитрил   | —                                | 0,786    | 81,6                      | 21,6**                        |
| 4     | Ацетонциангидрин  | —                                | 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    | Окислы азота  | —                                | 1,491    | 21,0                      | 1,5                           |
| 18    | Окись этилена   | —                                | 0,882    | 10,7                      | 2,2**                         |
| 19    | Сернистый ангидрид  | 0,0029                           | 1,462    | -10,1                     | 1,8                           |

## коэффициенты для определения глубины зоны заражения

| Значения вспомогательных коэффициентов |                |                |   |       |       |     |       |
|--|----------------|----------------|---|-------|-------|-----|-------|
| K <sub>1</sub>                         | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> | K <sub>4</sub> 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 |

## Характеристики СДЯВ и вспомогательные

| № п/п | СДЯВ                                | Плотность СДЯВ, т/м <sup>3</sup> |          | Температура кипения, 0 °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    | Сероуглерод                         | -                                | 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    | Хлорпикрич                          | -                                | 1,658    | 112,3                     | 0,02                          |
| 31    | Хлорциан                            | 0,0021                           | 1,220    | 12,6                      | 0,75                          |
| 32    | Этиленимин                          | -                                | 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  $K_7$  в графах 10-14 в числителе приведены для первичного, в знаменателе - для вторичного облака.

## 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    |
| 0,27                                   | 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.