

С.С. Говаленков, А.Е. Басманов
Национальный университет гражданской защиты Украины

ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ В ВОЗДУХЕ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

При ликвидации пожаров на складах токсических веществ важной составляющей является обеспечение безопасности личного состава, участвующего в тушении. Оценка интенсивности образования продуктов горения, может быть получена на основании характеристик очага горения: площади, доступа кислорода, состояния атмосферы и др. Для такого подхода в свою очередь требуется знание ряда параметров, точные значения которых, как правило, неизвестны. Погрешности в оценивании перечисленных величин способны привести к существенным погрешностям в оценке концентрации продуктов горения в воздухе и стать причиной ошибочного решения об использовании тех или иных средств защиты. В связи с этим является целесообразным постановка и решение обратной задачи – определение интенсивности образования продуктов горения на основании замеров, сделанных в ходе разведки места аварии спасательными подразделениями.

В [1] получено математическое ожидание концентрации опасного химического вещества (продуктов горения) в заданной точке пространства и заданный момент времени:

$$\bar{q}(x, y, z, t) = E \cdot F(x, y, z, t). \quad (1)$$

где E – интенсивность образования продуктов горения, кг/с; (x, y, z) – координаты точечного очага горения. Пусть известно точное время аварии и, следовательно, моменты времени t_1, t_2, \dots, t_n , в которые проводились измерения концентрации продуктов горения, указываются относительно времени аварии. Значение вертикальной составляющей скорости ветра V_z также известно.

Для оценки интенсивности образования продуктов горения воспользуемся методом наименьших квадратов:

$$L = \sum_{i=1}^n (q_i - E \cdot F(x_i, y_i, z_i, t_i))^2 \rightarrow \min_E. \quad (2)$$

Находя производную dL/dE и приравнивая ее нулю, получим оценку интенсивности образования продуктов горения из решения задачи минимизации (2):

$$\tilde{E} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i F(x_i, y_i, z_i, t_i)}{\sum_{i=1}^n F^2(x_i, y_i, z_i, t_i)}. \quad (3)$$

Полученная оценка позволяет использовать построенную в [1] модель выброса опасного химического вещества для прогнозирования концентрации продук-

ктов горения, если известно точное время аварии. Ее экспериментальная проверка была проведена на примере распространения аммиака в воздухе. Фактическая интенсивность выброса была определена путем взвешивания емкости с аммиаком до и после эксперимента и составила $E = 14 \text{ г/с}$.

Результаты измерений представлены в табл. 1, где центр отверстия, из которого происходит утечка аммиака, имеет координаты $(0,0,z_0)$, $z_0 = 2 \text{ м}$, а время отсчитывается от момента включения насоса. Эксперимент дает оценку интенсивности $\tilde{E} = 12,53 \text{ г/с}$, что отличается от расчетного выражения $E = 14 \text{ г/с}$ на 11%.

Таблица 1 – Экспериментальное определение концентрации аммиака

№ эксп.	Координаты точки		Время, t, с	Концентрация с, мг/м ³		Погреш- ность, %
	x, м	y, м		Расчет	Экспери- мент	
1	5	0	14	37,0	35,1	5
2	5	5	19	23,5	19,6	17
3	5	-5	21	23,7	21,8	8
4	10	0	34	20,7	19,7	5
5	10	5	48	17,2	14,6	15
6	10	-5	43	17,1	14,4	16
7	15	0	63	14,3	11,7	18
8	15	5	70	12,5	10,1	19
9	15	-5	71	12,5	9,8	22

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

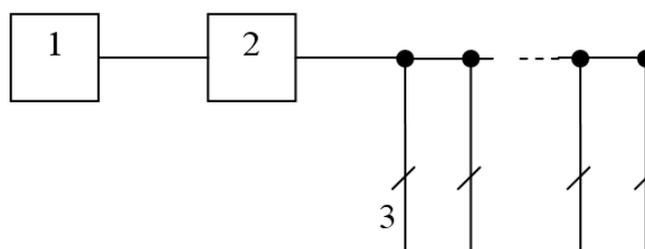


Рис. 1 – Схема экспериментальной установки: 1 – емкость с жидким аммиаком; 2 – центробежный насос; 3 – трубы с шаровыми кранами

Выражение (3) позволяет определить дисперсию получаемой оценки. Полагая случайные величины q_i независимыми и нормально распределенными получим асимптотическую оценку среднеквадратического отклонения величины \tilde{E} : $\sigma_{\tilde{E}} \sim 1/\sqrt{n}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Говаленков С.С. Оценка интенсивности истечения опасных химических веществ из источника выброса / С.С. Говаленков, А.Е. Басманов // Проблемы надзвичайних ситуацій. Вип.11. – Харків: НУЦЗУ, 2010. – С. 39-44.