

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ НЕПРЕРЫВНО ДЕЙСТВУЮЩЕГО ИСТОЧНИКА ОПАСНОГО ХИМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

А.Е. Басманов, главный научный сотрудник
научно-исследовательской лаборатории мониторинга
чрезвычайных ситуаций, д.т.н., профессор
М.В. Васильев, адъюнкт,

С.В. Говаленков, научный сотрудник,
Научно-исследовательская лаборатория управления
в кризисных состояниях

Национальный университет гражданской защиты Украины,
г. Харьков

В отличие от чрезвычайной ситуации с мгновенным выбросом опасных химических веществ (ОХВ), когда перед подразделениями МЧС в качестве главной стоит задача ликвидации последствий аварии, при непрерывно действующем источнике перед оперативно-спасательными подразделениями возникает задача ликвидации источника выброса и, следовательно, пребывания личного состава в зоне высоких концентраций ОХВ. В то же время, находящиеся на вооружении в пожарно-спасательных подразделениях, которые первыми прибывают к месту чрезвычайной ситуации, средства индивидуальной защиты рассчитаны для работы только при пожаре, условия которого могут существенно отличаться от условий, связанных с выбросом ОХВ. Таким образом, возникает необходимость определения зон, в которых может находиться личный состав в соответствующих средствах индивидуальной защиты.

В докладе рассматривается задача выбора комплекса средств индивидуальной защиты (КСИЗ) в результате оценки поля концентраций ОХВ вблизи непрерывно действующего источника выброса.

Для ее решения предлагается при разбиении местности в районе аварии на зоны в качестве критерия использовать требование о том, что с заданной доверительной вероятностью $P_{дог}$ концентрация ОХВ q не превосходит некоторого критического значения $q_{кр}$:

$$P(q \leq q_{кр}) \geq P_{дог} \quad (1)$$

Показано, что концентрация ОХВ в точке (x, y, z) в момент времени t может быть описана следующим образом:

$$\mu = \frac{E}{8\pi^{3/2} a \sqrt{a_z}} \cdot \int_0^t \frac{1}{\tau^{3/2}} \times \exp \left[- \frac{\left(x - \int_{t-\tau}^t \xi(s) ds \right)^2 + \left(y - \int_{t-\tau}^t \eta(s) ds \right)^2}{4a\tau} \right] \times \left\{ \exp \left[- \frac{(z - v_z \tau - z_0)^2}{4a_z \tau} \right] + \exp \left[- \frac{(z - v_z \tau + z_0)^2}{4a_z \tau} \right] \right\} d\tau \quad (2)$$

где E - интенсивность источника выброса ОХВ, кг/с;

a, a_z - коэффициент турбулентной диффузии в горизонтальном и вертикальном направлении соответственно, м²/с;

V_z - вертикальная составляющая скорости ветра (детерминированная) м/с;

$\xi(s), \eta(s)$ - нормальные стационарные случайные процессы, описывающие скорость ветра в направлении осей X и Y соответственно;

z_0 - высота, на которой произошел выброс ОХВ, м.

Анализ выражения (2) показал, что случайная величина μ имеет распределение, близкое к нормальному распределению, параметры которого (математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение концентрации ОХВ в воздухе) позволяют определить необходимый КСИЗ, который обеспечит безопасное пребывание спасателей на месте проведения аварийно-спасательных работ. Критерием выбора является выполнение соотношения

$$K_z \geq K_{mo} \quad (3)$$

где K_z - коэффициент защиты КСИЗ;

K_{mo} - коэффициент токсической опасности среды:

$$K_{mo} = \frac{q_{\text{факт}}}{q_{\text{ПДК}}} \quad (4)$$

где $q_{\text{факт}}$ - фактическая концентрация ОХВ в воздухе, мг/м³;

$q_{\text{ПДК}}$ - предельно допустимая концентрация ОХВ, мг/м³.

Тактико-технические характеристики средств индивидуальной защиты позволяют определить границы зон, в которых должен использоваться КСИЗ:

- 1-я («горячая») зона – $q > 5000$ ПДК (личный состав должен быть в изолирующем костюме, внутри которого находится изолирующий аппарат);
- 2-я («теплая») зона – $q = (200 \div 5000)$ ПДК (личный состав должен быть в изолирующем аппарате);

- 3-я («холодная») зона – $q = (1 \div 200) ПДК$ (можно быть в фильтрующем противогазе).

Таким образом, границы зон определяются отношением концентрации вещества в воздухе q к величине его ПДК $q_{ПДК}$:

$$\varphi = \frac{q}{q_{ПДК}} \quad (5)$$

Поскольку концентрация вещества в воздухе пропорциональна интенсивности его выброса E :

$$q = E \cdot F(x, y, z, t) \quad (6)$$

то границы зон определяются величиной ψ :

$$\psi = \frac{E}{q_{ПДК}} \quad (7)$$

Анализ численных экспериментов показал, что даже для такого высокотоксичного вещества как хлор ($q_{ПДК}(Cl_2) = 1 \text{ мг} / \text{м}^3$) и значительной интенсивности выброса ($1 \text{ кг} / \text{с}$) размеры 1-й зоны составляют порядка 2 м.

Это означает, что только личный состав, непосредственно участвующий в ликвидации непрерывно действующего источника высокотоксичного ОХВ, нуждается в средствах с максимальной защитой (такой комбинации изолирующего костюма и изолирующего аппарата, когда последний находится внутри защитной одежды). На больших расстояниях (при проведении, например, работ по постановке водяных завес) спасатели могут быть в изолирующих аппаратах поверх защитной одежды.

Также показано, что форма 1-й зоны близка к круговой, т.е. ветер не оказывает существенного влияния на ее границы.

В качестве примера ситуации с менее токсичным веществом, которое выбрасывается с меньшей интенсивностью, была рассмотрена утечка аммиака с интенсивностью $E = 0,1 \text{ кг} / \text{с}$ при тех же параметрах ветра, что приведены выше. Анализ полученных результатов показал, что в данном случае фактически отсутствует 1-я и 2-я зоны: граница 2-й зоны расположена на расстоянии не более 0,2 м от точки выброса ОХВ. Таким образом, только личный состав, непосредственно задействованный в ликвидации утечки, должен быть обеспечен изолирующими аппаратами.