

# ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИИ СКОРОСТИ ВЕТРА НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЕРВИЧНОГО ОБЛАКА ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ

Басманов А.Е., д.т.н.  
Говаленков С.С.

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Предположим, что в результате взрыва емкости, выброс газообразного вещества произошел в точке  $(0, 0, z_0)$ ;  $\mu(x, y, z, t)$  – концентрация его паров;  $(\xi, \eta)$  – ветер;  $\xi(x)$ ,  $\eta(x)$  – стационарные случайные процессы, имеющие нормальное распределение. Случайный характер ветра способствует более быстрой диффузии паров вещества в воздухе. Это приводит с одной стороны к более быстрому рассеиванию облака, а с другой – к более быстрому распространению выброшенного вещества.

Рассмотрим влияние дисперсии скорости ветра на область, в которой ожидаемое значение концентрации вещества будет превосходить некоторое критическое  $q_{кр}$  [1]. Такая область может быть описана неравенством

$$\begin{aligned} & \frac{m}{4\pi^{3/2} \sqrt{a_z t} \sqrt{(2at + D_\theta)(2at + D_\rho) - K_{\theta\rho}^2}} \times \\ & \times \exp \left[ - \frac{(2at + D_\rho)(x - v_x t)^2 + (2at + D_\theta)(y - v_y t)^2 - 2K_{\theta\rho}(x - v_x t)(y - v_y t)}{2((2at + D_\theta)(2at + D_\rho) - K_{\theta\rho}^2)} \right] \times \\ & \times \left\{ \exp \left[ - \frac{(z - z_0)^2}{4a_z t} \right] + \exp \left[ - \frac{(z + z_0)^2}{4a_z t} \right] \right\} > q_{кр}. \end{aligned} \quad (1)$$

Перенося в правую часть (1) первый и третий множитель, логарифмируя, получим

$$\begin{aligned} & - \frac{(2at + D_\rho)(x - v_x t)^2 + (2at + D_\theta)(y - v_y t)^2 - 2K_{\theta\rho}(x - v_x t)(y - v_y t)}{2((2at + D_\theta)(2at + D_\rho) - K_{\theta\rho}^2)} > \\ & > \ln \left( \frac{q_{кр}}{m} \frac{4\pi^{3/2} \sqrt{a_z t} \sqrt{(2at + D_\theta)(2at + D_\rho) - K_{\theta\rho}^2}}{\exp \left[ - \frac{(z - z_0)^2}{4a_z t} \right] + \exp \left[ - \frac{(z + z_0)^2}{4a_z t} \right]} \right). \end{aligned}$$

При фиксированных значениях  $z$  и  $t$  полученное неравенство описывает область, содержащуюся внутри эллипса. Фиксируя  $x$ ,  $z$ ,  $t$ ,

решим квадратное уравнение относительно  $y$  и получим область, в которой концентрация вещества превосходит критическое значение  $q_{кр}$ .

В качестве примера рассмотрим мгновенный выброс аммиака на высоте  $z_0 = 2$  м над началом координат. Будем считать, что ветер со средней скоростью  $\bar{v}_x = 2$  м/с направлен вдоль оси  $X$ ,  $v_z = 0$ . Коэффициенты турбулентной диффузии примем  $a = a_z = 10$  м<sup>2</sup>/с; параметры ветра:  $s_{\xi\eta} = 0$ ,  $\alpha_\xi = 0,0042$  с<sup>-1</sup>,  $\alpha_\eta = 0,0036$  с<sup>-1</sup>. Масса выброшенного вещества составляет  $m = 1000$  кг. На рис. 1-2 приведены области, в которых концентрация аммиака превосходит  $q_{кр} = 2 \cdot 10^{-5}$  кг/м<sup>3</sup> (ПДК в рабочей зоне).

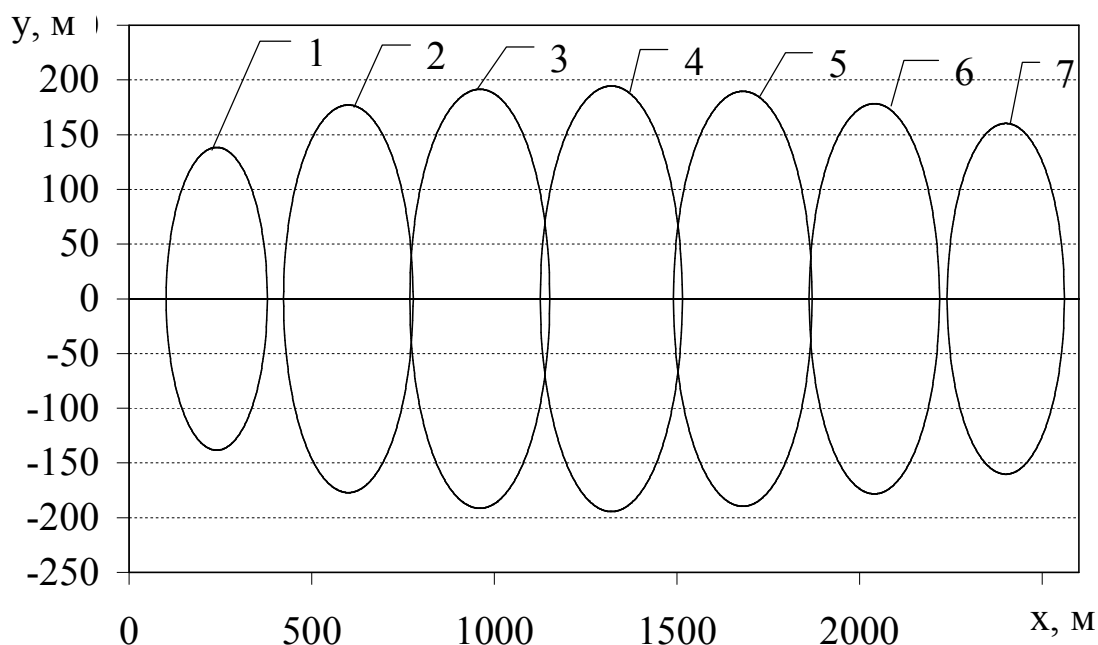


Рис. 1. Области, в которых концентрация аммиака превосходит  $q_{кр} = 2 \cdot 10^{-5}$  кг/м<sup>3</sup> в различные моменты времени при  $\sigma_\xi^2 = \sigma_\eta^2 = 0$ : 1 –  $t = 2$  мин; 2 –  $t = 5$  мин; 3 –  $t = 8$  мин; 4 –  $t = 11$  мин; 5 –  $t = 14$  мин; 6 –  $t = 17$  мин; 7 –  $t = 20$  мин.

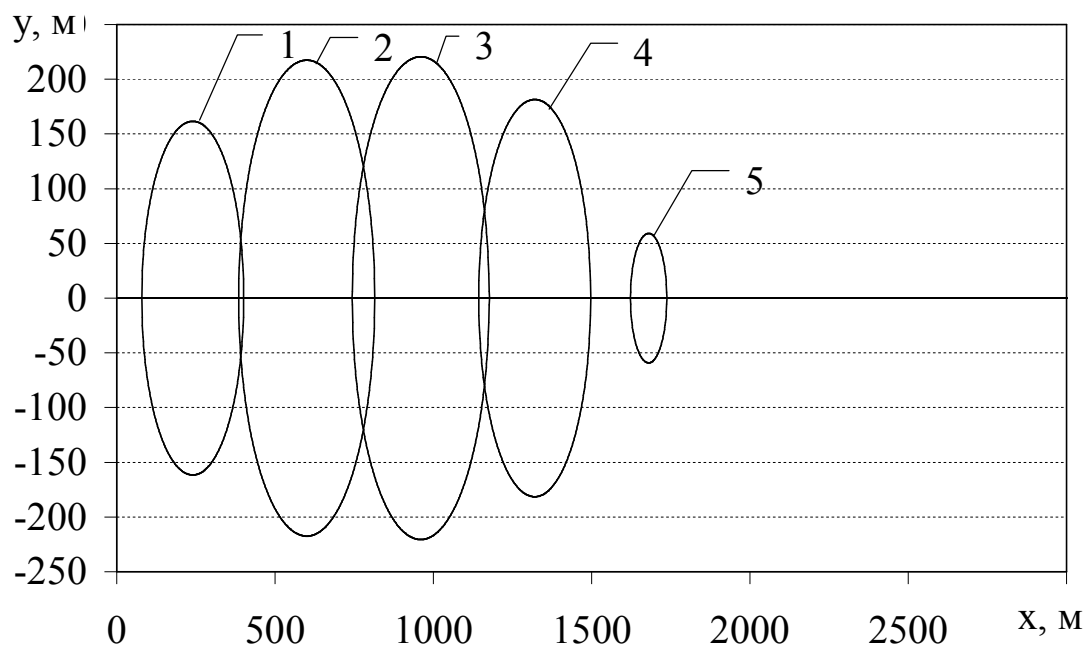


Рис. 2. Области, в которых концентрация аммиака превосходит  $q_{кр} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м}^3$  в различные моменты времени при  $\sigma_{\xi}^2 = 0,4 \text{ м}^2/\text{с}^2$ ,  $\sigma_{\eta}^2 = 0,1 \text{ м}^2/\text{с}^2$ : 1 –  $t = 2$  мин; 2 –  $t = 5$  мин; 3 –  $t = 8$  мин; 4 –  $t = 11$  мин; 5 –  $t = 14$  мин.

В детерминированном случае (дисперсия скорости ветра равна нулю, рис. 1) компактное облако аммиака перемещается в направлении ветра вдоль оси  $X$  на значительное расстояние (более 2,5 км). Наличие дисперсии в направлении, поперечном направлению ветру (рис. 2.), приводит к увеличению опасной зоны по оси  $Y$  примерно на 15% (рис. 1 и рис. 2). Наличие дисперсии в направлении, совпадающим с направлением ветра, приводит к более быстрому достижению облаком аммиака точек, расположенных на оси  $X$ . При этом увеличение дисперсии скорости в направлении ветра увеличивает скорость движения переднего фронта облака в направлении ветра.

Таким образом, дисперсия скорости ветра существенно влияет на распространение облака и поэтому должна учитываться при проработке возможных сценариев чрезвычайных ситуаций и планировании действий подразделений МЧС по ее локализации.

### Список литературы

1. Басманов А.Е., Говаленков С.С., Васильев М.В. Зонирование местности в районе непрерывно действующего источника опасного химического вещества // Проблемы чрезвычайных ситуаций. Вып. 13. – Харьков: НУГЗУ, 2011. – С. 20-33.