

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ КОНЦЕНТРАЦІЇ НЕБЕЗПЕЧНО-ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ПРИ ВИБУХАХ

С.С. Говаленков

Університет цивільного захисту України

Д.П. Дубінін

Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС України

Одним з основних параметрів аварій на хімічно-небезпечних об'єктах (ХНО), що негативно впливають на людину, є токсична дія небезпечних хімічних речовин (НХР). Кількісна оцінка наслідків таких аварій визначається токсичним ефектом, який залежить від трьох основних чинників: концентрації НХР (щільності зараження), фізико-хімічних властивостей НХР та часу впливу (експозиції) на організм людини. Для рішення задач визначення негативного впливу на людину вищезначених чинників, використовуються різні моделі та припущення, які враховують параметри відповідної хімічної речовини в залежності від метеорологічних умов, характеру й площі проливу або викиду НХР з ємності, фізико-хімічних властивостей НХР. Враховуючи вищезначене, актуальною є задача побудови моделі розрахунку поля концентрацій і визначення зон можливої детонації газоповітряної суміші.

Основним вражаючим фактором хмари НХР є інгаляційний вплив парів хімічної речовини на людину [1,2,4]. Для малих значень висот джерела витоку НХР (2-3м.) характерне швидке зростання концентрації до максимальних значень на малих відстанях (до 50-60 м.) і відносно швидке падіння концентрації для більших відстаней (понад 100 м.). Зі зростанням висоти джерела зменшується максимальна концентрація й посилюється асиметрія кривої розподілу концентрації у напрямку розповсюдження хмари [4]. Для прогнозування можливої обстановки при аваріях на ХНО потрібно мати певні вихідні дані та прийняти певні припущення, які визначені в [3,5], при цьому методикою не передбачається прогнозування можливої детонації газоповітряної суміші.

З урахуванням викиду газу з отвору при аварії з концентрацією, відмінною від 100%, можна записати рівняння [6]:

$$\varepsilon - 0.5(1 + Sc) \cdot \varepsilon_0 \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}(1 - q_0) + q_0} \cdot R_0 \frac{\exp\left(\frac{-Sc \cdot r^2}{2\sigma \cdot x^2}\right)}{x\sqrt{\sigma}} = 0, \quad (1)$$

де ε – масова концентрація газу в суміші, ε_0 – масова концентрація газу в суміші на зрізі отвору, Sc – турбулентний аналог числа Шмідта, R_0 – радіус отвору, σ – коефіцієнт турбулентності, x , r – продольна й радіальна

координати, $q_0 = \frac{\mu_N}{\mu_S}$, μ_S і μ_N – молекулярна вага повітря та газу.

Наприклад, у разі подачі пропану на верхній концентраційній межі $\varepsilon_0 = 0,102$, а це відповідає верхній межі детонації, яка виражена в масовій долі пропану в газоповітряній суміші.

Одним із рішень даного рівняння, яке отримане для розподілу концентрації по вісі струменя, тобто при $r = 0$, буде наступне:

$$\varepsilon(x) = \frac{\left[(1 - q_0) + \sqrt{(1 - q_0)^2 + 16 \left[\frac{x\sqrt{\sigma}}{R_0(1 + Sc)} \right]^2} \right] \cdot q_0 \cdot \varepsilon_0}{8 \left[\frac{x\sqrt{\sigma}}{R_0(1 + Sc)} \right]^2} \quad (2)$$

Розрахунок зміни масової концентрації пропану в пропано-повітряній суміші в струмені здійснювався із застосуванням пакету математичних розрахунків MathCAD представлено на рис. 1.

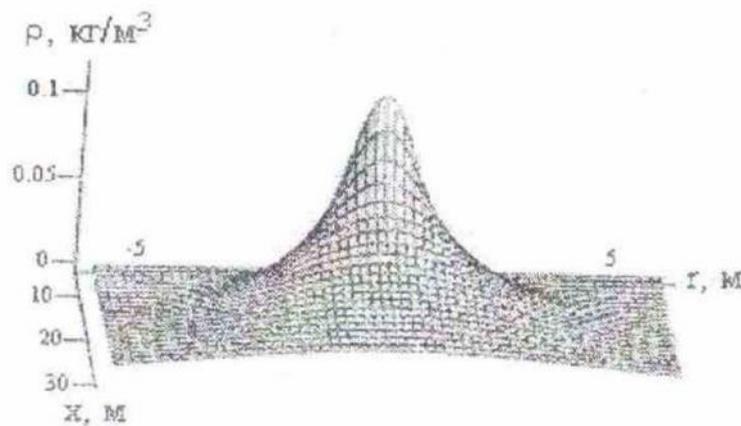


Рис. 1. Поле масової концентрації пропану в пропано-повітряній суміші, яка формується у разі подачі пропану з отвору при аварії на верхній концентраційній межі

Перерахунок масової концентрації ε в об'ємну C здійснюється за формулою [6]:

$$C = \frac{\varepsilon \cdot \mu_S}{\mu_N + (\mu_S - \mu_N) \cdot \varepsilon} \quad (3)$$

Висновки. Лінійні залежності падіння швидкості та концентрації по вісі струменя від відстані дозволяють встановити необхідну динаміку зміни концентрації газу у газоповітряній суміші з метою визначення протяжної суцільної області суміші, що здатна детонувати. Отже, при аваріях з наявністю НХР, за допомогою запропонованої моделі можна визначати поля концентрацій та небезпечні відстані від осередку викиду газу.

Література

1. Маршалл В. Основные опасности химических производств. - М.: Мир, 1989. - 672 с.
2. Захаренко О.В., Созник А.П. Оперативный расчет зон заражения при авариях на химических предприятиях // Международная науч.-практическая

конференция „Чрезвычайные ситуации. Теория. Практика. Инновации. ЧС-2006”. – Гомель: ГИИ, 2006. – С.225-227.

3. Методика прогнозування наслідків розливу (викиду) – хімічно небезпечних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті. Наказ МНС України № 73/82/64/122 від 27.03.2001 р.

4. Моніторинг надзвичайних ситуацій. Підручник./ Абрамов Ю.О., Грінченко Є.М., Кірючкін О.Ю., Коротинський П.А., Миронець С.М.- Вид-во: АЦЗУ м. Харків, 2005.- 530с.

5. Хміль Г. Комплексна оцінка техногенної та природної безпеки України в регіональному вимірі // Надзвичайна ситуація.- 2005.- №5. -С.52-55.

6. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. –М.: Госкомгидромет, 1987.-94с.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ВЗРЫВНОГО СПОСОБА ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ НИЗОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

С.В. Говаленков

Університет цивільного захисту України

Д.П. Дубінін

Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС України

Взрывной способ, применяемый для создания минерализованных полос путем взрыва шнуровых накладных зарядов взрывчатых веществ на почвенном покрове, целесообразно применять для локализации низовых лесных пожаров. Мощности взрыва таких зарядов недостаточно для того, чтобы создать препятствия для распространения пожара по кронам деревьев. Мощную ударную волну предлагается применять не только для создания огневых оградительных полос, но и для тушения горящих поверхностей жидкости, а также низовых лесных пожаров [1]. В предложенном авторами техническом устройстве усовершенствование направлено на улучшение параметров создаваемых при взрыве потоков огнетушащих средств. Данный эффект достигается за счет комбинации разнотипных взрывчатых материалов (детонирующего шнура и дымного ружейного пороха) с огнетушащим (огнеустойчивым) составом. Очевидно, что дополнение к заряду огнетушащего состава позволяет улучшить параметры потока, приводящего к тушению пожара. Но снижение удельной плотности энергии ведет к понижению интенсивности формируемой ударной волны. Поэтому, применение такого устройства для расчистки опорной полосы от растительности становится нецелесообразным.

В работе [2] предлагается применять для тушения лесных пожаров ударную волну 4 (рис. 1). Особенность предлагаемого метода заключается в расположении заряда взрывчатого вещества 2 внутри контейнера 1, в котором находится реагент 3 для тушения пожара. Для удобства применения