

- строительства и борьбы с терроризмом. — М.: Арбат-Информ, 2004.
1. Щербаков Г.Н., Анцелевич М.А., Удинцев Д.Н. Выбор электромагнитного метода зондирования для поиска объектов в толще укрывающих сред, «Радиосистемы», вып. 86, 2005.
 2. Финкельштейн М.И., Кутев В.А., Золотарев В.П. Применение радиолокационного подповерхностного зондирования в инженерной геологии. Под ред. М.И. Финкельштейна. — М.: Недра, 1986.
 3. Г.Ван Трис. Теория обнаружения, оценок и модуляции, т. 1 Теория обнаружения, оценок и нелинейной модуляции. — М.: Сов. радио, 1972.
 4. Карпенко В.И., Фещенко А.Б., Голуб Ю.В., Карпенко О.В. Синтез оптимального алгоритма формирования фазосопряженного поля, реализуемого в раскрыве оптоуправляемых антенн. «Наука і оборона», Збірка наукових матеріалів, вип. 3, Київ, 1994.

УДК 614.8

*Захаренко О.В., ад'юнкт, УГЗУ,
Созник А.П., д-р физ.-мат. наук, проф., УГЗУ*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ЗАРАЖЕНИЯ ПРИ РАЗРУШЕНИИ РЕЗЕРВУАРА С МЕТАНОЛОМ НА ОТКРЫТОМ СКЛАДЕ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Проведён расчёт опасных зон, возникающих при аварии с полным разрушением резервуара с метанолом. Исследованы варианты распространения газа метанола в первичном и во вторичном облаках. Показано, что с точки зрения последствий такой аварии наибольшую опасность представляет распространение вторичного облака

Постановка проблемы. В технологических процессах, связанных с хранением химических веществ на складах предприятий, возможны аварии с выбросом (разливом) опасных химических веществ в атмосферу при разгерметизации или разрушении резервуаров [1]. В случае возникновения такого рода ситуаций не-

обходимо знати зони зараження для визначення безпечної розміщення сил і засобів при ліквідації надзвичайної ситуації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сущес-твуючі в наші часи методики [2,3] прогнозування наслідків вибуху при аваріях на хімічних об'єктах і транспорті пропонують дуже грубі і наближені методи розрахунок зон можливого хімічного зараження [4]. В частині, методики [2,3] не дають значень концентрацій хімічного речовини в зоні зараження і їх зміни з часом. Методи розрахунок концентрації, представлені в [5,6], складні для проведення оперативних розрахунок і вимагають знання великої кількості важко визначуваних параметрів (близько 20 початкових даних). Характеристики хімічного речовини використовуються в [5,6] тільки для визначення кількості викинутого речовини або сили вибуху. Саме ж поширення хмари і значення концентрацій описується однаково для будь-яких хімічних речовин з допомогою напівемпіричних гауссових, або дрібно-раціональних функцій.

Постановка задачі і її рішення. В [7,8] були розглянуті моделі для розрахунок концентрації хімічних речовин при стаціонарних і нестаціонарних умовах їх поширення в атмосфері. Відзначимо, що моделі [7,8] застосовні для опису наступних можливих аварій:

- сценарій 1- повне руйнування обладнання, що містить небезпечне хімічне речовина (ОХВ) в газоподібному стані;
- сценарій 2- порушення герметичності (частичне руйнування) обладнання, що містить ОХВ в газоподібному стані;
- сценарій 3- повне руйнування обладнання, що містить ОХВ в рідкому стані;
- сценарій 4- порушення герметичності (частичне руйнування) обладнання, що містить ОХВ в рідкому стані.

В якості прикладу використання моделей в [7,8] нами розглянута аварія, що відбувається за сценарієм № 3 на відкритому складі хімічних реагентів діючого підприємства, в разі повного руйнування резервуара, що містить метанол (метилевий спирт), і представлені результати розрахунок зон зараження при поширенні первинного і вторинного хмар.

Для проведения расчётов по определению зон заражения в первую очередь необходимо найти количество газообразного метанола Q_e (кг) находящегося в резервуаре, которое мгновенно высвобождается при его разрушении и образует первичное облако. Далее можно найти расход метанола Q_u (кг/мин) при его испарении из разлива в обваловании. Испаряющийся метанол образует вторичное облако. На данном складе резервуар с высотой 7 м и диаметром 3 м заполнен метанолом на 80%, а обвалование, выполненное из бетона, имеет площадь 75 м².

В результате, используя методику [5], нами были получены следующие значения: $Q_e=266,5$ кг, а $Q_u=24$ кг/мин, что соответствует времени испарения разлитого в обваловании метанола в течении 22 часов. При нахождении этих величин использовались следующие параметры: давление в резервуаре $5 \cdot 10^5$ Па; температура окружающей среды 20 °С; плотность 786,9 кг/м³ и теплоёмкость $2,5 \cdot 10^3$ Дж/(кг К) жидкого метанола; температура кипения 64,9 °С; теплота испарения – $7,4 \cdot 10^6$ Дж/кг; теплопроводность, теплоёмкость и плотность бетона из которого состоит обвалование [9]. Расчёт Q_u выполнен для случая, когда скорость ветра равна 2 м/с.

При разгерметизации ёмкости и разлива жидкости в обваловании в начальной стадии сценария № 3, образуется первичное облако за счёт мгновенного выброса газообразного метанола, содержащегося в резервуаре. Используем полученное в [8] выражение для концентрации химического вещества при нестационарных условиях, которое соответствует мгновенному точечному источнику

$$\Phi(\vec{r}, t) = \frac{Q_\Gamma}{2(2\pi)^3} \frac{\pi}{\mu} \sqrt{\frac{\pi}{\nu}} \frac{1}{t^{3/2}} \exp\left[-\sigma t - \frac{y^2 + (x - vt)^2}{4\mu t}\right] \times \{H_1(z) + H_2(z)\}, \quad (1)$$

$$H_{1,2}(z) = \exp\left[-\frac{(z \pm z_0 \pm v_z t)^2}{2\mu t}\right]$$

где σ – коэффициент, который описывает убывание вещества за счет химических реакций, проходящих в атмосфере, мин⁻¹, μ и ν – коэффициенты горизонтальной и вертикальной диффузии, м²/мин, Q_e – количество выброшенного газообразного метанола, кг,

z_0 – высота источника выброса, м, z – высота наблюдения, м, ось Oz направлена вверх, t – время наблюдения, мин, v , v_z – скорости ветра вдоль осей Ox и Oz , м/мин.

На рис. 1 приведены результаты наших расчётов распределения концентрации при выбросе метанола: $Q_c=266,5$ кг, $\sigma=0,2$ мин⁻¹, $\mu = v = 0,972$ м²/мин, $z_0=7$ м, $z=2$ м, $V = 120$ м/мин, $V_z = 0,6$ м/мин, через время $t=5$ мин после выброса

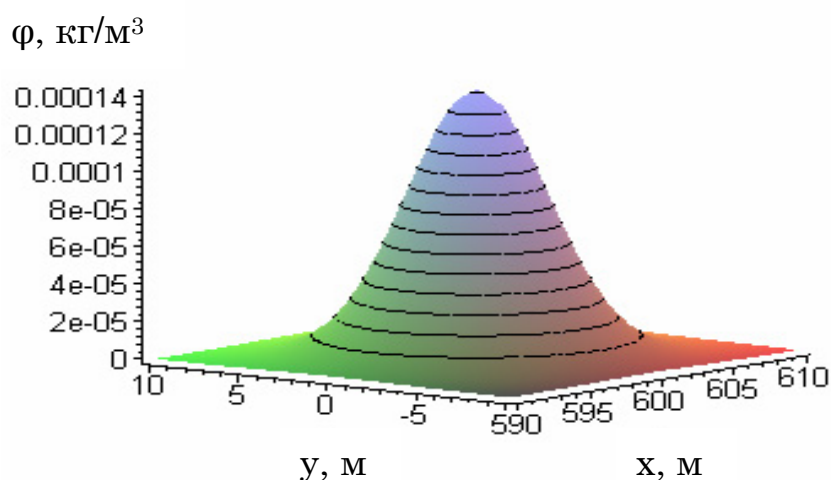


Рис. 1 – Пространственное распределение концентрации метанола через 5 мин. после выброса

На высоте 2 м от земли максимальная концентрация метанола составляет $0,00014$ кг/м³ на расстоянии 600 м от источника. На высоте 7 м, т.е. на высоте источника, концентрации значительно больше и равна 0.1 кг/м³. Через 7 мин после аварии центр облака переместится на расстояние до 840 м от источника, а максимальная концентрация вещества при $z=2$ м уменьшится до $8 \cdot 10^{-5}$ кг/м³. По истечении 10 мин после мгновенного выброса, концентрация метанола близка к предельно допустимой концентрации ($\varphi_{ПДК}$ для населения – $1 \cdot 10^{-6}$ кг/м³) и не несет в себе угрозы химического заражения при $z=2$ м. При этом, на высоте $z_0=7$ м концентрация метанола соответствует $0,002$ кг/м³ и остаётся опасной для жизни человека.

В результате испарения метанола из обвалования, расход которого составляет $Q_u = 24$ кг/мин, образуется вторичное облако. Ра-

спространение вторичного облака с учётом времени испарения метанола в течение 22 часов можно рассматривать как установившийся процесс и использовать стационарную модель [7]. Нами рассчитано распределение концентрации метанола, размеры зон заражения с учётом ПДК для рабочей зоны и населения, верхнего и нижнего концентрационных пределов воспламенения (ВКПВ, НКПВ).

Для этого используем полученное в [7] выражение

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{Q_u}{8\pi\sqrt{\mu}} [\varphi_1(\vec{r}) + \varphi_2(\vec{r})], \quad (2)$$

$$\varphi_{1,2}(\vec{r}) = \frac{1}{\psi} \exp\left[\frac{xv}{2\mu} + \frac{v_z|z \mp z_0|}{2\nu} - \frac{\alpha}{2\mu\nu}\psi\right],$$

$$\psi = \sqrt{v(x^2 + y^2) + \mu(z \mp z_0)^2}, \quad \alpha = \sqrt{v^2 + \mu v_z^2 + 4\mu\nu\sigma},$$

которое соответствует стационарному случаю для точечного источника.

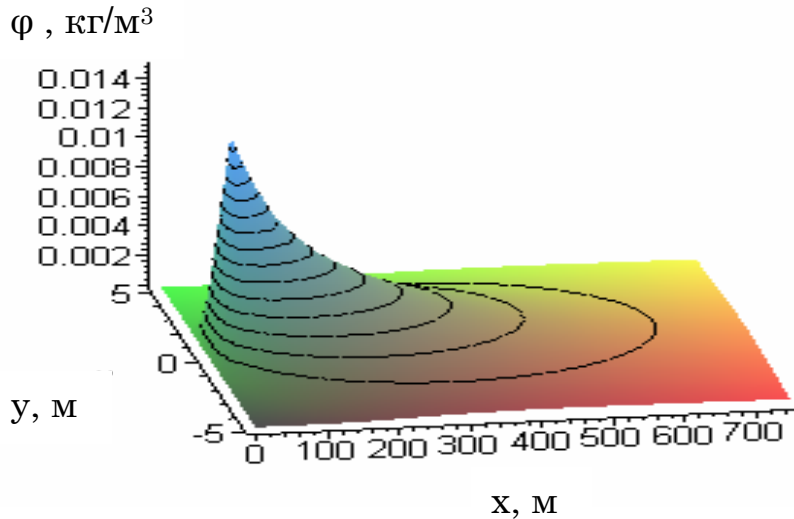


Рис. 2 – Распределение концентрации метанола при стационарных условиях

На рис. 2, 3 приведены результаты наших расчётов концентрации вещества при стационарных условиях в соответствии с фо-

рмулой (2) при $Q_u = 24$ кг/мин, $z_0 = 1$ м (высота зеркала разлитого метанола в обволонии), значение остальных параметров совпадают с предыдущими, а значения $\varphi_{ПДК}$ для населения – $1 \cdot 10^{-6}$ кг/м³, $\varphi_{ПДК}$ для рабочей зоны – $5 \cdot 10^{-6}$ кг/м³, $\varphi_{НКПВ} = 1,7 \cdot 10^{-5}$ кг/м³, $\varphi_{ВКПВ} = 3,9 \cdot 10^{-5}$ кг/м³.

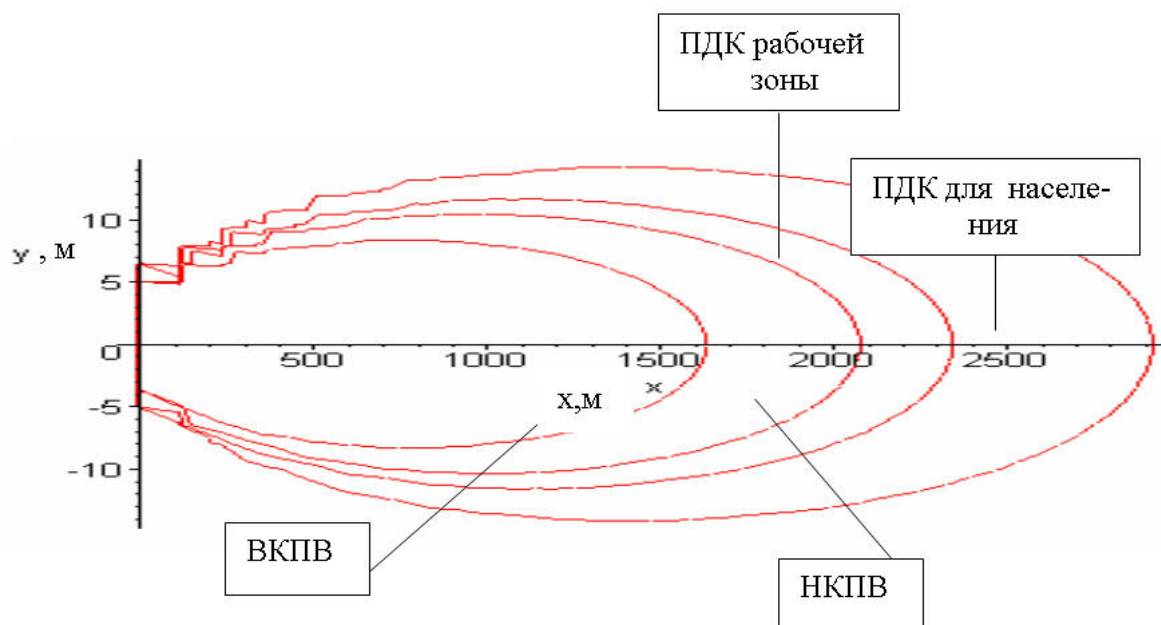


Рис. 3 – Зоны $\varphi_{ПДК}$, $\varphi_{НКПВ}$, $\varphi_{ВКПВ}$ при выбросе метанола

При испарении метанола со скоростью 24 кг/мин концентрация вещества вблизи источника составляет 0,014 кг/м³. На расстоянии до 400 м концентрация уменьшается до 0,001 кг/м³, но остаётся опасной для здоровья людей, находящихся в промышленной зоне и для боевых подразделений аварийно-спасательной службы, ликвидирующих разливы. Зона верхнего и нижнего концентрационных пределов воспламенения охватывает промышленную зону, где реальна возможность существования источника зажигания, т.е. возможно загорание паровоздушного облака. Отметим, что для данного предприятия ближайший промышленный объект с обслуживающим персоналом расположен на расстоянии 600 м от склада химических реагентов, а расстояние до ближайшего населённого пункта – 2100 м. Из результатов расчётов, представленных на рис. 3 следует, что при рассматриваемой аварии в зоне за-

ражения метанолом окажутся не только работники предприятия, но и население.

Предположим, что через 7 мин после начала аварии разлив метанола в обваловании засыпали песком, в результате чего его испарение прекратилось. Найдём распределение концентрации вещества во вторичном облаке через 5 мин после окончания работ по засыпке, используя полученное в [8] выражение

$$\varphi(\vec{r}, t) = \tau \int_0^1 \Phi(\vec{r}, t - \tau u) du, \quad t > \tau, \quad (3)$$

где $\Phi(\vec{r}, t)$ определяется выражением (1), τ – время работы источника, мин.

Результаты расчёта при $\tau=7$ мин, $t=12$ мин представлены на рис. 4.

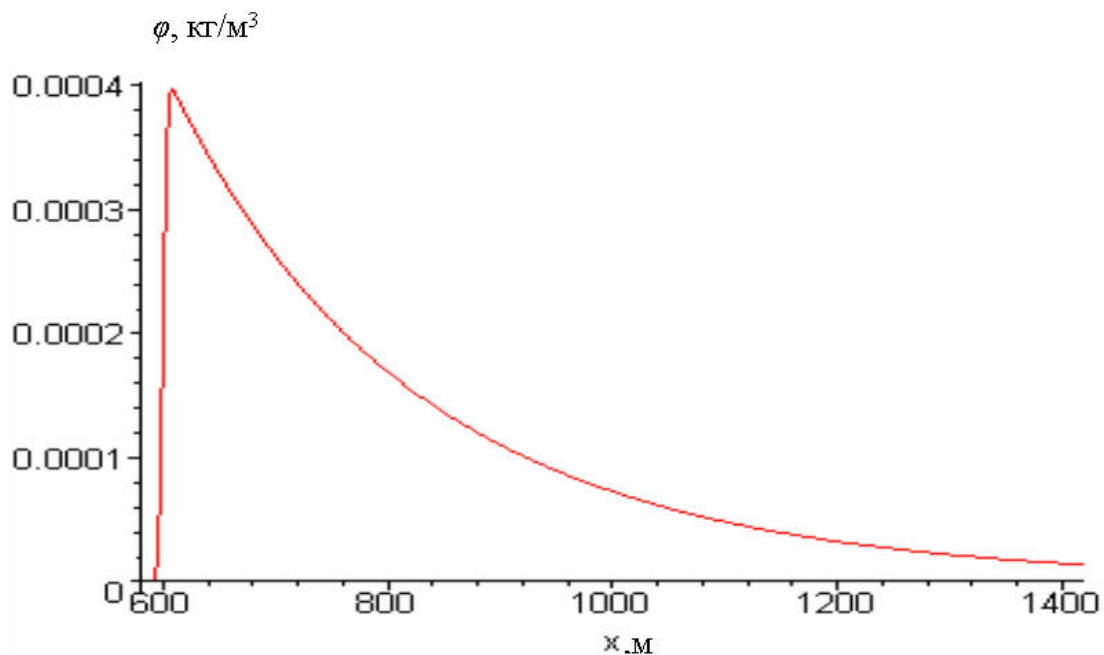


Рис. 4 – Распределение концентрации метанола через 12 мин после начала работы источника

Через 5 мин. после окончания процесса испарения центр облака метанола переместится на расстояние 600 м от источника и максимальная концентрация составит $0,0004$ кг/м³. С учётом ПДК для рабочей зоны и для населения видно, что после прекращения работы источника существует угроза химического заражения па-

рами метанола. При этом с течением времени данное облако перемещается, удаляясь от источника, значение концентрации в максимуме уменьшается. Однако угроза химического заражения остаётся реальной до расстояний 1500м.

Выводы. Таким образом, модели в [7,8] позволяют провести расчёт токсического заражения атмосферы метанолом на складе химических реагентов как для первичного, так и для вторичного облаков. Значения рассчитанных распределений концентраций позволяет оперативно получить информацию о зоне токсического заражения по известным значениям предельно допустимых концентраций для рабочей зоны и для населения. Кроме того, предлагаемый подход даёт возможность найти зоны, в которых концентрация достигает верхнего и нижнего концентрационных пределов воспламенения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маршалл В. Основные опасности химических производств - М.: Мир, 1989.-672с.
2. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті. Затверджена Наказом Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Міністерства аграрної політики, Міністерства економіки, Міністерства екології і природних ресурсів від 27.03.2001 р. № 73/82/64/122.
3. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. Утверждена начальником Гражданской обороны СССР и председателем Госкомгидромета СССР 23 марта 1990г.
4. Созник А.П. Захаренко О.В. Проблемы пожарной и химической опасности при авариях на химических предприятиях. Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. тр.-Харьков: АО Фолио, 2005,-Вып. 17.-С.55-61.
5. Методика оценки последствий химических аварий (Методика „Токси”. Редакция 2.2). Утв. ГУП „НТЦ „Промышленная безопасность”, 2002.

6. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.
7. Захаренко О.В. Зоны химического заражения при выбросе опасных химических веществ. Науковий вісник будівництва: Сб. научн. тр.-Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2005.-Вип.31.-С.288-291.
8. Созник А.П., Захаренко О.В. Определение концентрации химических веществ при истечении из резервуара в нестационарных условиях. Проблемы надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. України. Вип.3.-Харків: Фоліо, 2006.-С19-25.
9. Гороновский И.Т., Назаренко Ю.П., Некряч Е.Ф. Краткий справочник по химии.-К.: Наукова думка, 1987.- 828с.

УДК 614.84

*Калашников А.А., канд. техн. наук, преп., УГЗУ,
Поляк Т.Ю., канд. техн. наук, ст. науч. сотр. НМЦ УЗ МЧС
Украины,
Рашкевич С.А., преп., УГЗУ*

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ В КУЗОВАХ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Представлен алгоритм компоновки пожарно-технического вооружения (ПТВ) в кузове автомобиля. Осуществлено компьютерное моделирование компоновки ПТВ по отсекам кузова аварийно-спасательного автомобиля

Постановка проблемы. При компоновке пожарно-технического вооружения в кузовах аварийно-спасательных автомобилей необходимо учитывать многочисленные технологические, эксплуатационные и эргономические требования. В качестве *эксплуатационных* требований рассматривается размещение ПТВ по контейнерам по функциональному признаку. Весь набор пожарно-технического вооружения делится по функциональному назначению на группы снаряжения и оборудования. К *эксплуатаци-*