

УДК 614.8

*А.Е. Басманов, докт. техн. наук, гл. научн. сотрудник УГЗУ,
А.А. Михайлюк, инспектор факультета ГЗНУТ*

ВЫБОР ЗОН БЕЗОПАСНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ СИЛ И СРЕДСТВ ПРИ ТУШЕНИИ ГОРЯЩЕГО РЕЗЕРВУАРА

Рассмотрено влияние теплового потока от горящего резервуара на личный состав и технику при различных способах подачи огнетушащего вещества в очаг пожара. На основе расчета плотности теплового потока сделан вывод о возможных зонах безопасного размещения сил и средств.

В связи с повышением роли нефти и нефтепродуктов в мировой экономике, повсеместным увеличением государственных резервных запасов увеличивается и количество пожаров на нефтехранилищах.

В среднем в резервуарных парках на территории СНГ происходит около 12 крупных пожаров в год. Из них в Украине происходит 2 пожара в 3 года. Только за первое полугодие 2007 года на территории СНГ произошло около 10 пожаров на нефтепромыслах, нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), перевалочных и распределительных нефтебазах, транспортных и промышленных предприятиях, сопровождающихся горением темных и светлых нефтепродуктов, находящихся в резервуарах различного объема.

Одним из важных вопросов при локализации и ликвидации пожара горящего резервуара является грамотный выбор и размещение личного состава, подвижной техники и стационарных установок пожаротушения с целью недопущения воздействия теплового потока пожара на силы и средства, участвующие в его тушении.

Исследования и публикации в этой области [3,4], рассматривая необходимое количество сил и средств для локализации и ликвидации пожара горящего резервуара, не учитывают их безопасное размещение.

Учитывая результаты исследований [1,2] выполнен расчет величины теплового потока от горящего резервуара с нефтепродуктом и выбор зон безопасного размещения личного состава, подвижной техники и стационарных установок пожаротушения. При расчетах принято горение в вертикальном стальном резервуаре (РВС), заполненном нефтью доверху при отсутствии ветра.

Плотность теплового потока излучением от факела к другим телам определялась по закону Стефана-Больцмана:

$$q = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot c_0 \left[\left(\frac{T_{\text{ф}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right] \psi, \quad (1)$$

где $\varepsilon_{пр}$ – приведенная степень черноты системы; $c_0 = 5,67 \text{ Вт/м}^2\text{К}^4$; $T_{ф}$ – средняя температура поверхности факела; T – температура, обращенной к факелу поверхности тела; ψ – локальный угловой коэффициент облучения.

Коэффициент взаимного облучения ψ может быть рассчитан следующим образом [2]:

$$\psi = \frac{1}{\pi} \iint_S \frac{\cos \varphi_1 \cos \varphi_2}{r^2} ds, \quad (2)$$

где φ_1 и φ_2 – углы между вектором, соединяющим точки на поверхности факела и облучаемой поверхности, и нормальными векторами к этим поверхностям в этих точках; r – расстояние от точки на поверхности факела до облучаемой точки. Коэффициент взаимного облучения ψ существенно зависит от формы факела. В частности, для факела в форме конуса формула (2) принимает вид [2]:

$$\psi = \frac{\cos \delta}{\pi} \cdot \int_h^{h+H} dz \cdot \int_{\beta_1}^{\beta_2} \frac{[r_0 \cos(\varphi - \chi) - (H + h) \text{tg} \delta] \cdot [r_0 - \rho \cos(\varphi - \chi)]}{[r_0^2 + \rho^2 - 2r_0\rho \cos(\varphi - \chi) + z^2]^2} \rho dx,$$

где $\rho = (H + h - z) \text{tg} \delta$; $\text{tg} \delta = R/H$ – угол при вершине конуса; φ – угол под которым виден конус на высоте z ; h – высота резервуара; R – радиус резервуара; H – высота пламени; $r_0 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}$; (x_0, y_0) – координаты облучаемой точки у поверхности земли в системе координат, начало отсчета которой совпадает с центром основания резервуара. Высота факела над резервуаром связана с диаметром резервуара соотношением [3,4]:

$$H = 1,4D \text{ (ЛВЖ)},$$

$$H = 1,2D \text{ (ГЖ)}.$$

Полученная зависимость плотности теплового потока от горящих резервуаров с нефтью ($\varepsilon_{ф} = 0,85$, $T_{ф} = 1373 \text{ К}$, $H = 1,2D$) при температуре облучаемой поверхности равной температуре окружающего воздуха $T_0 = 293 \text{ К}$, а степени ее черноты $\varepsilon_{т} = 0,8$ показывает, что для резервуаров РВС-3000 и меньше тепловой поток не превосходит $4,2 \text{ кВт/м}^2$, т.е. не накладывает ограничений на расположение личного состава и техники. Для РВС-5000 и РВС-10000

личный состав должен размещаться не ближе 45 м и 74 м соответственно, при этом быть одетым в боевую одежду и каски с защитным стеклом, либо не далее 12 м и 10 м соответственно, но при этом личный состав и техника подвергаются опасности в случае разрушения резервуара и разлива нефтепродукта.

При подаче пены в горящий резервуар с лафетных вышек, которые дают возможность не приближаться личному составу к горящему резервуару, но в тоже время сами подвержены влиянию большого теплового потока, зависимость теплового потока на высоте 10 м от расстояния показывает, что лафетные вышки могут размещаться на расстоянии не ближе чем: для РВС-1000 – 14 м, РВС-2000 – 16 м, РВС-3000 – 21 м, РВС-5000 – 28 м, РВС-10000 – 46 м.

Исходя из проведенных расчетов влияния теплового потока на личный состав, технику и оборудование и учитывая его тактико-технические характеристики следует, что для тушения пожара в резервуарах РВС-1000, РВС-2000, РВС-3000 можно использовать любой лафетный ствол, а для РВС-5000 и РВС-10000 - только ЛС–С–60у, ЛС–С–100у, имеющих дальность подачи огнетушащего вещества 65 м и 75 м соответственно.

Таким образом, результаты проведенных расчетов при пожаре в крупных резервуарах РВС-5000, РВС-10000 и более показывают, что влияние теплового потока исключает безопасное размещение личного состава для эффективного тушения пожара. В связи с этим, для повышения эффективности тушения пожаров в резервуарах с нефтепродуктами, предлагается использование роботизированной установки пожаротушения (РУП) (на базе лафетных стволов), управляемой дистанционно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.А., Басманов А.Е. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций в резервуарных парках с нефтепродуктами. – Харьков: УГЗУ, 2006. – 256 с.
2. Андриенко В.Н., Говаленков С.В., Созник А.П. Математическая модель теплового излучения от факелов, имеющих форму конуса // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: Фолио, 2003. – №14. – С.24–28.
3. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.
4. НАПБ 05.02.–03 Інструкція щодо гасіння пожеж у резервуарах із нафтою та нафтопродуктами.