

В.Н. Андриенко, С.В. Говаленков, Н.А. Горбенко, А.Е. Басманов, А.П. Созник
ЗОНЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ
В РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ

При составлении планов тушения пожаров в резервуарных парках работники практической пожарной охраны, как правило, не учитывают поражающее тепловое воздействие факела пламени. Поэтому время тушения пожара существенно возрастает, проведение пенной атаки откладывается на неопределенный срок или вообще отменяется, что может привести к каскадному развитию пожара. Необходимым фактором для определения зон безопасного размещения сил и средств и составления корректных оперативных планов тушения пожаров является знание теплового воздействия пламени в зависимости от расстояния до него.

В предположении, что теплообмен в условиях развития пожара происходит в основном излучением, авторами проведено исследование зон безопасности при пожаре в вертикальных цилиндрических резервуарах типа РВС. Для вычисления теплового потока q (Bm/m^2), приходящегося на единицу площади облучаемого объекта, была использована формула Стефана-Больцмана [1, 2]. Согласно этой формуле, тепловой поток определяется, кроме всего, локальным угловым коэффициентом ψ . Значение ψ зависит от геометрии факела и расстояния от площадки облучения до факела. Существующие формулы для вычисления ψ являются либо слишком грубыми, либо некорректными, приводящими при расчетах к физически неправильному результату.

Кроме того, выражения для q (или ψ), рассчитанные для факелов, имеющих различную форму, являются справедливыми лишь для описания теплопередачи в безветренную погоду (при скорости ветра $V_g = 0$).

Результаты экспериментальных наблюдений факелов пожара свидетельствуют, что даже небольшой по силе ветер ($V \approx 3$ м/с) приводит к значительному отклонению факела от вертикали, причем угол отклонения может достигать 60° - 70° . В результате пламя может перекрывать расстояния, превышающие диаметр резервуара. В этом случае величина q (или ψ) будет зависеть от угла отклонения α факела пламени от вертикали. Проведено исследование влияния силы ветра V_g на величину ψ при условии, что форму факела можно смоделировать в виде цилиндра, конуса, усеченного сужающегося вверх конуса и усеченного (на диаметре резервуара) эллипсоида.

Получено следующее общее выражение для ψ :

$$\psi = \frac{1}{\pi} \iint_{S_1} \frac{(r_0 - x \cos \chi - y \sin \chi) [A(x - x_0) + B(y - y_0) + C(z - z_0)]}{[(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2]^2} du dv,$$

где S_1 определяется поверхностью факела, видимой из точки $A(x_0, y_0, z_0)$, $r_0 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2 + z_0^2}$. Поверхность S , описывающую форму и размер факела, можно представить в виде $\vec{r} = \vec{r}(u, v) = (x(u, v), y(u, v), z(u, v))$ для определенной области криволинейных координат u, v на поверхности S_1 . Величины A, B, C есть компоненты вектора нормали к поверхности S .

Формулы для расчета угла α в зависимости от скорости ветра V_g приведены в [1]. Дальнейшие расчеты проведены в предположении, что длина факела L не изменяется под действием ветра, а его высота определяется выражением $H = L \cos \alpha$.

Находя коэффициенты A, B, C для факелов в указанной выше форме [3], получены выражения для ψ в виде двукратных интегралов.

Типичные результаты расчетов ψ представлены на рис. 1 для случая излучения факела в форме конуса, который под действием ветра имеет наклон $\alpha = 30^\circ$.

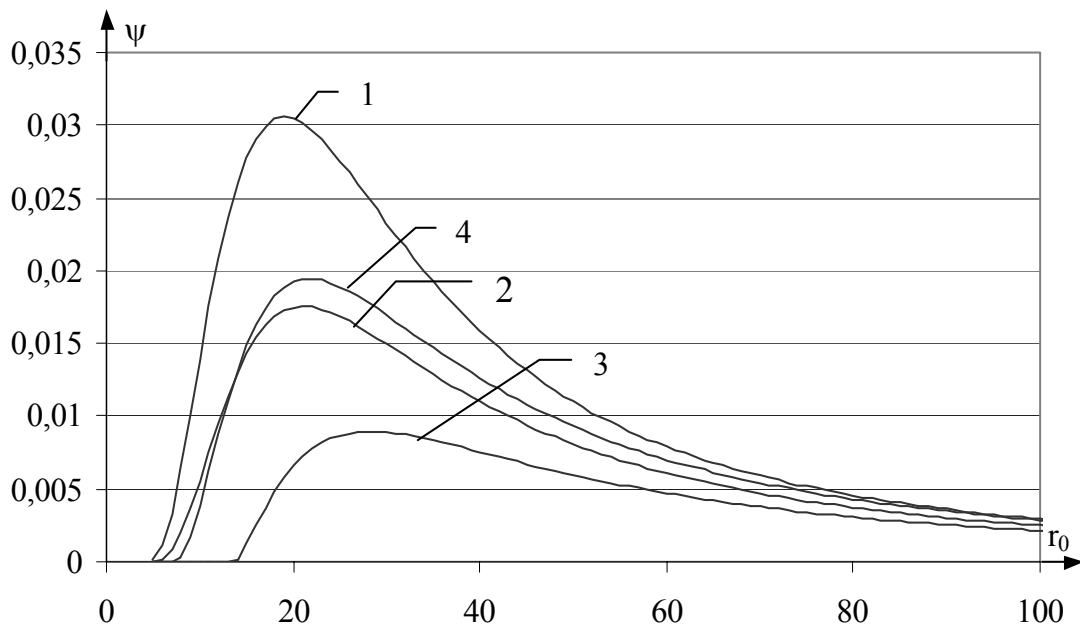


Рис. 1 – Зависимость коэффициента излучения от расстояния для факела в форме конуса, наклоненного под углом 30° : 1 – в направлении наклона; 2 – сбоку; 3 – в противоположном наклону направлении; 4 – факел без наклона

Из рисунка и других дополнительных расчетов следует, что с увеличением $V_{\text{в}}$ значение теплового потока q существенно зависит от направления ветра. Величина q может возрасти в зависимости от $V_{\text{в}}$ в несколько раз по направлению ветра и уменьшаться в противоположном направлении.

Результаты приведенных расчетов указывают на существенное влияние силы ветра на величину теплового излучения факела при пожаре в РВС. Этот факт необходимо учитывать при определении размещения сил и средств при тушении пожаров в резервуарных парках.

Литература

1. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. –М.: Недра, 1984. –151 с.
2. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров. –М.: Стройиздат, 1990. –424 с.