

А.Е. Басманов

Национальный университет гражданской защиты Украины

ОЦЕНКА ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА НА ЦИСТЕРНУ С НЕФТЕПРОДУКТОМ

В литературе широко рассмотрены предельные случаи теплового воздействия пожара на цистерну: в первом из них цистерна отстоит от области горения настолько, что конвективный теплообмен между ними отсутствует, а во втором – стенка соприкасается с пламенем, т.е. участвует в конвективном теплообмене с продуктами горения, имеющими температуру факела. В общем же случае на стенку цистерны, находящуюся вблизи очага горения, будут действовать разогретые продукты горения и воздух, поднимающиеся от очага горения, т.е. факел, формируемый восходящими потоками.

Для оценки температуры восходящих конвективных потоков воспользуемся теорией свободных турбулентных струй [1] и будем полагать, что из области разлива вертикально вверх выходит круговая осесимметричная струя, имеющая температуру факела $T_{\text{ф}}$ и начальную скорость u_0 (рис. 1).

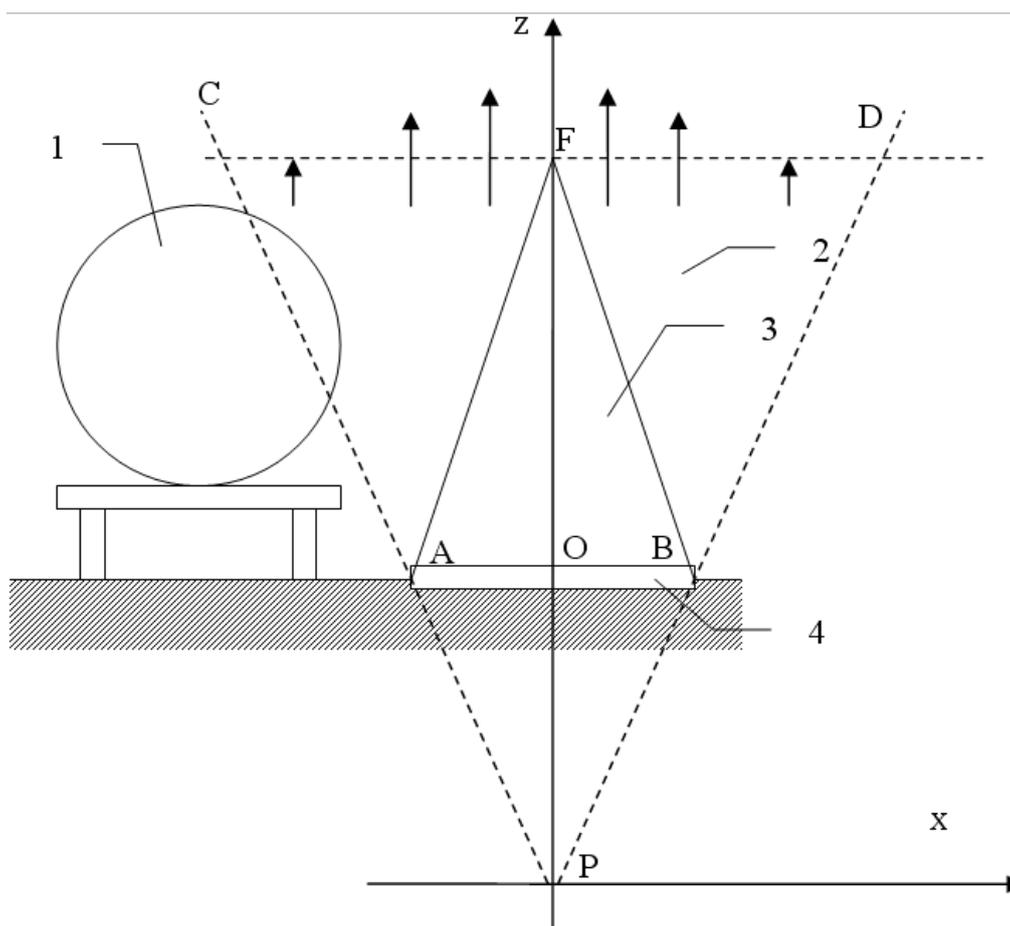


Рис. 1. Воздействие конвективных струй от очага горения на железнодорожную цистерну: 1 – цистерна; 2 – восходящие конвективные потоки разогретого воздуха и продуктов горения; 3 – ядро струи; 4 – горящая жидкость

В этом случае в струе выделяют два участка: начальный OF и основной FZ. При этом в внутри ядра струи (часть потока, лежащая внутри конуса AFB) скорость потока и его температура равны начальным значениям – u_0 и T_ϕ соответственно. За пределами границы струи (поверхность бесконечного усеченного конуса CABD) среда неподвижна и имеет температуру T_0 . В пограничном слое (часть потока, заключенная между ядром струи и границей струи) скорость потока убывает от u_0 до 0, а температура – от T_ϕ до T_0 .

За пределами ядра скорость u_m и приращение температуры $\Delta T_m = T_m - T_0$ на оси струи описываются выражениями [1, 2]

$$\frac{u_m}{u_0} = \frac{43,29r_0^2(\theta - 1) + r_0\sqrt{3562r_0^2(\theta - 1) + 164,6z^2\theta}}{z^2\theta},$$

$$\frac{\Delta T_m}{\Delta T_0} = \frac{31,42r_0^2(\theta - 1) + r_0\sqrt{1371r_0^2(\theta - 1) + 87,27z^2\theta}}{z^2\theta},$$

где координата z отсчитывается от точки фокуса струи F ; r_0 – радиус струи в начальном сечении, т.е. радиус разлива; $\theta = T_\phi/T_0$.

Профиль безразмерных избыточных температур в горизонтальном срезе на расстоянии z от фокуса струи связан с безразмерным профилем скоростей формулой

$$\frac{\Delta T(r, z)}{\Delta T_m(z)} = \sqrt{\frac{u(r, z)}{u_m(z)}},$$

где $\Delta T(r, z)$, $u(r, z)$ – избыточная температура и скорость струи на расстоянии r от оси струи z ; $\Delta T_m(z)$, $u_m(z)$ – значения этих параметров на оси струи.

Безразмерная скорость функционально связана с безразмерной координатой [1]

$$\frac{u(r, z)}{u_m(z)} = f\left(\frac{r}{R_{gp}(z)}\right),$$

где R_{gp} – полуширина струи для основного участка и ширина пограничного слоя для начального участка, т.е.

$$R_{gp}(z) = \begin{cases} 0,3708z - 1,435r_0, & 3,87r_0 \leq z < 12,77r_0, \\ 0,2584z, & 12,77r_0 \leq z < \infty. \end{cases}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.А. Локализация пожаров нефтепродуктов на железнодорожном транспорте / Ю.А. Абрамов, А.Е. Басманов, М.Р. Байтала. – Харьков: НУГЗУ, 2011 – 110 с.
2. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй / Г.Н. Абрамович. – М.: Физматгиз, 1960. – 715 с.