

быть использована для расчета теплового излучения от него. Предлагаемый подход допускает эффективную компьютерную реализацию и может быть использован руководителем тушения пожара для принятия оперативных решений.

Перспективы дальнейших исследований связаны с учетом влияния ветра на форму пламени.

1.Абрамов Ю.А., Басманов А.Е. Влияние пожара на резервуар с нефтепродуктом // Вестник национального автомобильно-дорожного университета: Сб. науч. трудов. Вып.29. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – С.131-133.

2.Баратов А.Н., Иванов Е.Н. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1979. – 368 с.

3.Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. – М.: Недра, 1984. – 151 с

4.Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров. – М.: Стройиздат, 1990. – 420 с.

Получено 07.09.2007

УДК 614.8

Е.А.ТИЩЕНКО, В.П.САДКОВОЙ, канд. техн наук,

Ю.А.АБРАМОВ, д-р техн. наук

Университет гражданской защиты Украины, г.Харьков

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В ТЕПЛОВОМ ПОТОКЕ ПРИ ПОЖАРЕ В ПОМЕЩЕНИИ

Приводится оценка радиационной составляющей теплового потока для пожарной нагрузки в виде горючей жидкости.

По данным [1], в 70% случаев первые подразделения прибывают на пожар не позднее, чем через 10 минут. При этом число погибших может достигать 60%, а ущерб составлять около 50% от общего ущерба. Эти данные свидетельствуют о том, что кардинальное решение проблемы по уменьшению числа погибших на пожаре и по снижению ущерба от него возможно путем использования (особенно на начальной стадии развития пожара) систем раннего обнаружения опасных факторов пожара и систем автоматического пожаротушения.

Эффективность таких систем определяется совершенством их математического обеспечения. Степень совершенства такого математического обеспечения должна определяться на компромиссной основе. В частности, компромисс должен включать оценки адекватности математического описания процессов, имеющих место во время пожара.

Наиболее полное описание состояния вопроса о математическом моделировании процессов, протекающих во время пожара в помещении, представлено в [2]. Однако и в этой работе указывается на то обстоятельство, что в настоящее время отсутствуют надежные методы по

оценке радиационного теплового потока в газовой среде в условиях пожара. В этой связи возникает необходимость в получении таких оценок на феноменологическом уровне с целью принятия решения о целесообразности учета этой составляющей в математической модели начальной стадии пожара.

Определим долю радиационной составляющей теплового потока при пожаре в помещении для случая, когда в качестве пожарной нагрузки выступает горючая жидкость.

При горении горючих жидкостей скорость тепловыделения Q_1 является практически постоянной величиной. Это обусловлено тем, что площадь горения F_r существенно не изменяется, а стабилизация процесса выгорания жидкости происходит за весьма короткий отрезок времени.

В соответствии с [2] можно записать

$$Q_1 = \eta \Psi_y F_r Q_n, \quad (1)$$

где η – коэффициент полноты сгорания; Ψ_y – удельная массовая скорость выгорания; Q_n – теплота сгорания.

Для теплового потока факела пламени в общем случае имеет место выражение

$$Q_2 = 10^{-8} \epsilon_0 C_0 (T_\phi^4 - T_n^4) F_\phi, \quad (2)$$

где ϵ_0 – приведенная степень черноты; C_0 – коэффициент излучения абсолютно черного тела; T_ϕ , T_n – температура факела пламени и поверхности ограждений соответственно; F_ϕ – площадь поверхности факела пламени.

Площадь F_ϕ во многом определяется формой факела пламени. В настоящее время наиболее широко используются сферическая, коническая и цилиндрическая модели формы пламени. Предпочтение следует отдать последней модели, так как такая модель более адекватно описывает реальные процессы. В этом случае, а также при условии, что очаг горения аппроксимируется кругом, можно записать

$$F_\phi = F_r \left(1 + 4 \frac{h_\phi}{d} \right), \quad (3)$$

где h_ϕ – высота факела пламени; d – диаметр очага горения.

Обобщая результаты достаточно большого количества исследований, относительную высоту h_ϕ/d можно аппроксимировать следующим выражением

$$\frac{h_{\phi}}{d} = \frac{2 \cdot 10^{-2,2}}{F_r^{0,1}} (\eta \Psi_y Q_n)^{0,4} - 1. \quad (4)$$

Приведенная степень черноты ϵ_0 системы «факел пламени – поверхность ограждения» зависит от степеней черноты факела пламени ϵ_{ϕ} и поверхностей ограждений ϵ_n , а также от соответствующих площадей поверхностей F_{ϕ} и F_n . Эта зависимость имеет вид:

$$\epsilon_0 = \left[\epsilon_{\phi}^{-1} + \frac{F_{\phi}}{F_n} (\epsilon_n^{-1} - 1) \right]^{-1}. \quad (5)$$

В дальнейшем будем рассматривать случай, когда

$$F_{\phi} F_n^{-1} \ll 1, \quad (6)$$

что соответствует ситуации локального пожара. Для таких пожаров температура поверхности ограждений в начальной фазе не претерпевает существенных изменений относительно ее начального (исходного) значения. Величина T_{ϕ} при этом лежит в диапазоне (823÷873)К. В этой связи в (2) можно не учитывать второе слагаемое в скобках. Тогда с учетом этого, а также после объединения (2)-(6) получим

$$Q_2 = 10^{-8} \epsilon_{\phi} C_0 T_{\phi}^4 F_r \left[\frac{8 \cdot 10^{-2,2}}{F_r^{0,1}} (\eta \Psi_y Q_n)^{0,4} - 3 \right]. \quad (7)$$

Это выражение описывает долю теплового потока, который имеет радиационную природу и распространяется от факела пламени к поверхности ограждений на начальной стадии развития пожара.

Для оценки вклада радиационной составляющей теплового потока в общем тепловом потоке на начальной стадии развития пожара рассмотрим отношение $Q_2 Q_1^{-1}$, которое с учетом (1) и (7) равно

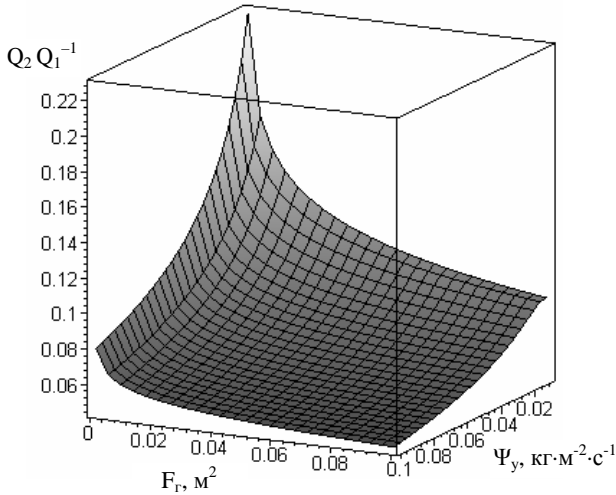
$$Q_2 Q_1^{-1} = \frac{10^{-8} \epsilon_{\phi} C_0 T_{\phi}^4}{\eta \Psi_y Q_n} \left[\frac{8 \cdot 10^{-2,2}}{F_r^{0,1}} (\eta \Psi_y Q_n)^{0,4} - 3 \right]. \quad (8)$$

На рисунке приведен график зависимости $Q_2 Q_1^{-1} = f(\Psi_y, F_r)$, построенный для дизельного топлива, для которого $Q_n = 4,54 \cdot 10^7$ Дж · кг⁻¹. Кроме того, для параметров этой зависимости принимались следующие значения:

$$\epsilon_{\phi} = 0,8; \eta = 0,9; C_0 = 5,75 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}; T_{\phi} = 823 \text{ К}.$$

Анализ этой зависимости свидетельствует о том, что в начальной

фазе горения дизельного топлива для $\Psi_y = (0,01 \div 0,1) \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;
 $F_r = (0,001 \div 0,1) \text{ м}^2$ вклад радиационной составляющей в тепловом потоке, который поступает в ограждение от факела пламени, не превышает 20%. Поэтому в качестве первого приближения можно не учитывать эту составляющую теплового потока при рассмотрении процессов на начальной стадии развития пожара в помещениях.



Зависимость приведенного радиационного теплового потока от параметров пожара

Таким образом, на феноменологическом уровне получены оценки вклада радиационной составляющей теплового потока при горении жидкости в помещении и показано, что он не превышает 20% для случая, когда в качестве такой жидкости используется дизельное топливо.

1.Яковенко Ю.Ф. Россия: пожарная охрана на рубеже веков. – Тверь: Сивер, 2004. – 208 с.

2.Пузач С.В. Методы расчета тепломассообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности. – М.: АГПС МЧС России, 2005. – 336 с.

Получено 07.09.2007