

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

УДК 614.841.41

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ГОРЕНИИ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ

Кострубицкий А.А., министр Министерства по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
Донецкой Народной Республики (МЧС ДНР),

Пашковский П.С., д.т.н, проф.,
первый заместитель директора по научной работе
НИИГД «Респиратор» МЧС ДНР

В статье рассмотрены процессы теплообразования при пиролизе и горении твердых материалов. Предложена математическая модель интенсивности теплового потока при пожаре с учетом его времени выхода на максимум в зависимости от пожарной нагрузки. Получена аналитическая зависимость величины теплового потока, удовлетворительно согласующаяся с экспериментальными данными...

Ключевые слова: пиролиз, горение, тепловой поток, пожарная нагрузка, математическая модель...

Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями.

Пожары в зданиях и сооружениях до сих пор приносят огромный материальный ущерб, исчисляемый десятками миллиардов долларов в год, в них гибнут десятки тысяч людей. Обеспечение пожарной безопасности – основная задача, которую необходимо выполнять как при постройке, так и при эксплуатации современных жилых и производственных зданий, торгово-развлекательных и масштабных деловых центров...

...

Однако, несмотря на постоянное совершенствование алгоритмов и программ расчета параметров пожара различными методами (интегральным, зонным или полевым), отраженными в работах авторов [1 – 5], они, по сути, не затрагивают моделирования процессов возникновения и развития горения твердых материалов, хотя экспериментальные данные по этому вопросу имеются в литературе [5].

Целью статьи является проведение теоретических исследований и получение аналитической зависимости интенсивности тепловыделения при горении твердых материалов, формирующей динамику температуры в очаге пожара.

Изложение основного материала исследования. Возникновение пламенного горения начинается от зажигания, представляющего собой такой процесс, при котором происходит быстрая экзотермическая реакция, вызывая изменения в горючем материале, приводящие к резкому повышению в нем температуры по сравнению с температурой окружающей среды....

...

При термическом разложении некоторая, а то и значительная часть вещества при нагреве образует обугленную массу и тем самым мешает поступлению в пламя образующегося горючего газа. Различают два режима горения: горючее вещество образует однородную смесь с воздухом, и горючее первоначально разделено с воздухом. Второй режим как раз и соответствует твердому материалу. В этом случае скорость горения пропорциональна скорости поступления летучих веществ, образующихся при пиролизе, и непосредственно связана с интенсивностью теплообмена между пламенем и горючим [3]. Термостойкость материалов может быть выражена количественно путем оценки скорости разложения в зависимости от температуры [6]:

$$\frac{dI}{d\tau} = -kI, \quad (1)$$

где I – расход продуктов пиролиза с единицы площади поверхности термического разложения, кг/(м²с);

k – константа скорости реакции, 1/с;

τ – время с начала пиролиза, с.

...

Анализ полученной универсальной зависимости (11) показывает, что она имеет максимум при $\tau = \tau_m$ и этот максимум равен единице. На рис. 1 представлена зависимость безразмерной плотности теплового потока при пожаре от безразмерного времени с момента возникновения.

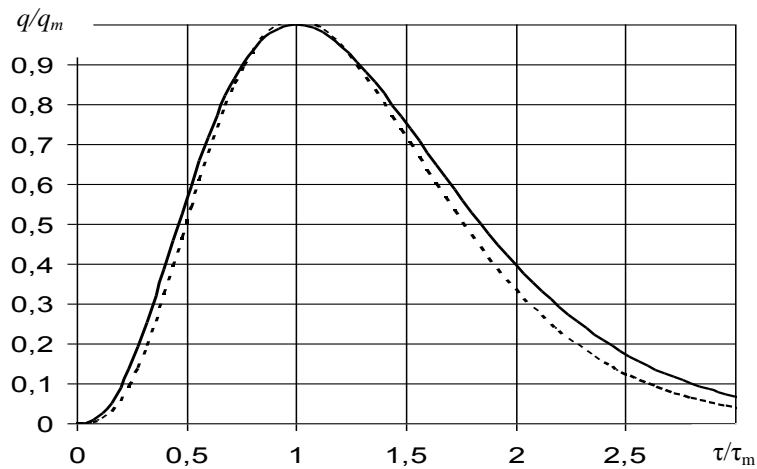


Рис. 1. Изменение плотности теплового потока из зоны горения от безразмерного времени с момента возникновения пожара (по экспериментальным данным [3] – штриховая линия, по формуле (11) – сплошная линия)

На рис. 1 представлена также эмпирическая зависимость, приведенная в работе [5]:

$$q / q_m = 37(\tau / \tau_m)^{3,6} \exp(-3,6\tau / \tau_m). \quad (12)$$

....

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Таким образом, полученные аналитические зависимости интенсивности тепловыделения при горении твердых материалов достоверно отражают реальную картину при пожарах в помещениях и могут быть использованы при расчетах температуры, а также дымообразования и концентраций токсичных газов на всех стадиях развития пожара...

Библиографический список

1. Пузач С.В. Математическое моделирование тепломассообмена при решении задач пожаровзрывобезопасности / С.В. Пузач. – М : Академия ГПС МЧС России, 2003. – 150 с.
2. Драйздейл Д. Введение в динамику пожаров. – М.: Стройиздат, 1990. – 424 с.

...

© А.А. Кострубицкий, П.С. Пашковский, 2015
 E-mail: mchs-dnr@mail.ru; niigd@mail.ru
 Рецензент д.т.н., с.н.с. В.В. Мамаев

MODELING OF HEAT GENERATION DURING THE COMBUSTION OF SOLID MATERIALS IN THE PREMISES

Kostrubitskiy A., Minister for Civil Defense Affairs, Emergencies, and Liquidation of Consequences of Natural Disasters Ministry of the Donetsk People's Republic (MES DPR),

Pashkovskiy P., Dr. Sci. (Tech.), prof., first deputy director of science of The «Respirator» State Research Institute of Mine-rescue Work, Fire Safety and Civil Protection (NIIGD «Respirator») MES DPR

Considered the processes of heat build-up by pyrolysis and combustion of the solid materials proposed. The mathematical model of the heat flow intensity by the fire taking into account the time of its maximization depending on the fire load. Received the analytical dependence of the heat flow value that satisfactorily conforms to the experimental data...

Keywords: pyrolysis, combustion, heat flow, fire load, mathematical model...