

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЛАМЕНИ В УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ

А.Е. Сидоров, В.С. Муница, И.Е. Сидоров

Институт горения и нетрадиционных технологий
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова
Одесса, ул. Дворянская 2, 65085 УКРАИНА

Характер зависимости нормальной скорости пламени в угольной пыли существенно зависит от механизма горения угольных частиц в волне горения. Если частицы сгорают в кинетическом режиме, следует ожидать, что зависимость скорости пламени от концентрации твердой фазы имеет максимум вблизи стехиометрического состава смеси, как это имеет место в кинетических газовых пламенах. В случае диффузионного режима горения частиц ожидаемый максимум должен соответствовать концентрациям, существенно превышающим стехиометрическое значение. Таким образом, знание экспериментальной зависимости скорости пламени может служить косвенным источником информации о механизме горения частиц.

Существующие экспериментальные данные свидетельствуют о том, что организовать ламинарное распространение в угольных пылях при нормальных условиях не удастся. Для этого используют различные методы интенсификации: дежурное пламя, добавки горючего газа или окислителя, предварительный подогрев взвеси и т.п. При этом, практически во всех случаях, концентрации, соответствующие максимальной скорости, значительно превышают стехиометрические [1].

В настоящей работе изучалось горение угольных пылей ($d = 19 \text{ мкм}$) в малообъемных свободных облаках ($V \sim 3\text{-}8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$). Поджиг осуществлялся горящими металлическими проволочками в центре облака. Диапазон концентраций реализованных в эксперименте был от 100 до 600 мг/л. Регистрация процесса распространения фронта пламени проводилась скоростной цифровой камерой. Обработка полученных видеозаписей производилась покадрово на специально разработанном программном обеспечении. Последовательно, в каждый отдельный момент времени, определялась площадь изображения фронта пламени. Найденные значения площади сечения фронта пламени, позволяли находить эффективный радиус сферы пламени как функцию времени. Практически линейная зависимость $R(t)$ свидетельствовала о ламинарном режиме горения и позволяла легко определить видимую скорость пламени. Такой метод фактически означает усреднение скорости распространения пламени по углу 2π .

Нормальная скорость пламени определялась как видимая, деленная на степень расширения продуктов сгорания ($\epsilon = T_{cr}/T_0$). Результаты приведены на рис. 1.

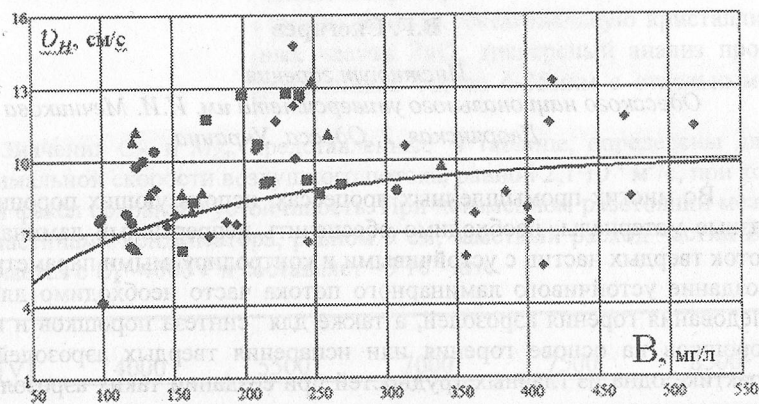


Рис. 1. Зависимость нормальной скорости пламени от концентрации горючего. (•, ◊, ◻, ◄ – эксперимент, ———— – расчет по модели)

Сплошной линией приведена теоретическая зависимость нормальной скорости пламени полученная по широкозонной модели ламинарного пламени в предположении диффузионного режима горения частиц [2].

Из графика видно, что скорость распространения пламени растет с увеличением концентрации горючего во всем диапазоне концентраций, тогда как стехиометрия для условий эксперимента составляет $B_{st} = 170 \text{ мг/л}$. Заметим, что теоретическое значение максимальной скорости соответствует значению $B_{max} = 710 \text{ мг/л}$.

Установленная тенденция свидетельствует о диффузионном режиме реагирования частиц.

Литература:

1. D.Bradly, M.Lawes, Ho-Young Park, N.Usta Modelling of laminar pulverized coal flames with speciated devolatilizations and comparisons with experiments // *Comb.and Flame*, 2006. – Vol. 144. – P.P. 190 - 204.
2. Сидоров А.Е., Золотко А.Н., Шевчук В.Г., Муница В.С. Горение угольных пылей // *Физика аэродисперсных систем*. Вып. 45 – Одесса: Астропринт, 2008. - С. 35 – 44.