

ПЫЛЕВЫЕ ПЛАМЕНА МЕТАЛЛОВ. ПОЛУЧЕНИЕ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ

Н.И. Полетаев, А.Н. Золотко, Я.И. Вовчук

*Институт горения и нетрадиционных технологий,
Одесский национальный институт имени И.И. Мечникова,
ул. Дворянская 2, 65082, Одесса, Украина, incomb@ukr.net*

В Институте горения и нетрадиционных технологий ОНУ им. И.И. Мечникова на протяжении последних более 30 лет исследуют пылевые пламена металлических частиц. Как и много лет назад основное применение порошки металлов находят в энергетике, как компоненты ракетных топлив. В последние годы в связи с развитием нанотехнологий большой интерес представляет технологические приложения горения металлов (например, метод газодисперсного синтеза – ГДС [1-2]), как эффективный способ получения нанопорошков оксидов металлов (Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 и др). Методы горения являются экономичными с точки зрения энергозатрат, непрерывными, одностадийными, высокопродуктивными, экологически чистыми.

В работе приведены основные результаты экспериментальных и теоретических исследований пылевых пламен металлов, выполненные в ИГНТ ОНУ.

Рассмотрены основные требования к физико-химическим свойствам металлического горючего, дисперсности частиц и их концентрации, способу организации сжигания (ламинарный диффузионный пылевой факел или ламинарный предварительно перемешанный факел), выполнение которых позволяет получить ламинарные самоподдерживающиеся пылевые пламена - источник наноразмерных порошков оксидов металлов.

Приведены результаты экспериментальных исследований характеристик пылевых пламен металлов, полученные с применением бесконтактных методов диагностики пламени (интерферометрия пламени, спектральные методы, корреляционный анализ собственного излучения пламени и др.). Эти исследования позволили изучить структуру зоны горения (ширину зоны горения и ее оптические характеристики, температуры конденсированной и газовой фаз, величину и роль излучения в тепловом балансе факела, состав газовой фазы в зоне горения, время горения индивидуальной частиц металла, и др.).

Методом газодисперсного синтеза нанопорошки оксидов металлов могут быть получены при условии парофазного или газофазного

механизма горения индивидуальных частиц металла. Поэтому большое внимание уделяется анализу возможных путей перевода режима горения частиц тяжелоокисляющих металлов (Zr, Ti, Fe и др.) из гетерогенного в парофазный или газофазный режимы.

В зоне горения пылевого пламени образуется термоэмиссионная электронно-пылевая плазма. Это приводит к появлению электроотрицательных ионов (в первую очередь ионов кислорода), которые могут быть эффективными центрами конденсации. Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что основным механизмом нуклеации в пылевых пламенах при температурах горения является нуклеация на ионах, которая при высоких степенях пересыщения конденсирующихся паров может протекать в безбарьерном режиме. Существенное изменение дисперсности продуктов сгорания может быть получено путем воздействия на процессы нуклеации и конденсации. Для этой цели перспективным представляется введение в исходное горючее специально подобранных примесей, ионизация пламени внешними электрическими полями, UV – облучение и др.

Рассмотрен новый способ определения размера частиц и их заряда в термоэмиссионной плазме продуктов сгорания одиночных металлических частиц и их газовзвесей. Метод основан на возбуждении неустойчивости в пылевой плазме и определении частоты возникающих колебаний (или спектра колебаний). Такие колебания экспериментально наблюдались для пылевого пламени частиц Al и горящих одиночных частиц Mg, помещенных в постоянное электрическое поле [3].

Литература:

1. Zolotko A. N, Poletaev N. I, Vovchuk J. I, Florko A. V, (2004). in *Gas Phase Nanoparticle Synthesis*. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands.
2. Золотко А.Н., Вовчук Я.И., Полетаев Н.И., Флорко А.В., Альтман И.С. Синтез наноксидов в двухфазных ламинарных пламенах. // *Физика горения и взрыва*, 1996. – Т. 32, №3. – С. 24-34.
3. N.I Poletaev, A. V. Florko, Yu. A. Doroshenko, D. D. Polishchuk On a Possibility of the Existence of Dusty Plasma Oscillation in the Front of an Aluminum Particle Flame // *Ukrainian Journal of Physics*, 2008. – vol. 53, N 11. – P. 1066-1074