

ОБ УПРАВЛЕНИИ ДИСПЕРСНОСТЬЮ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ МЕТАЛЛОВ В ЛАМИНАРНОМ ПЫЛЕВОМ ФАКЕЛЕ

Ю.А. Дорошенко, Н.И. Полетаев, А.Н. Золотко

*Институт горения и нетрадиционных технологий
Одесского национального университета имени И. И. Мечникова,
Одесса, 65082, ул. Дворянская 2, incomb@ukr.net*

В работе анализируются процессы образования конденсированной фазы продуктов сгорания монодисперсных металлических частиц в пылевых факелах. В таких пламенах могут быть получены уникальные по своим характеристикам нано- и микродисперсные частицы оксидов металлов [1-2]. Суть проблемы состоит в том, что при получении оксидов методом газодисперсного синтеза их дисперсные свойства очень слабо зависят от макропараметров химического реактора на основе ламинарного пылевого факела (концентрации металлического горючего C_f^0 и окислителя $C_{O_2}^0$, дисперсности горючего r_{p0} , типа несущего газа, начальной температуры), а также способа организации процесса сжигания (предварительно перемешанный или диффузионный факел дисперсного горючего) [1-2]. Однако диапазон изменения этих параметров оказывается достаточно узким, что связано с конструктивными особенностями горелки и условиями стабилизации факелов. С одной стороны малая чувствительность является плюсом для технологии – она стабильна и мало чувствительна к вариации параметров. Но существует и минус: ограниченная возможность существенной вариации размера целевого нанooksида изменением внешних параметров.

Для исследования влияния параметров факела в широком диапазоне их изменения на дисперсность продуктов сгорания предложена модель образования конденсированной фазы продуктов сгорания [3].

В результате проведенных исследований показано, что размеры частиц оксидов- продуктов газофазного горения металлов, являются близкими для всех металлов, средние размеры частиц лежат в диапазоне 30-100 нм. Это объясняется тем, что в условиях пылевого пламени частицы металла горят в микропламенах, контролируемых диффузией окислителя. В диффузионном режиме горения физико-химические свойства конкретного металла не имеют большого значения – процесс горения определяется скоростью диффузии реагентов.

Показано, что конденсация в присоединенном объеме горящей

частицы может протекать в двух предельных режимах, контролируемых скоростью горения частицы металла (крупные частицы, $r_p > 5$ мкм) или скоростью конденсации продуктов газофазного горения металла (мелкие частицы, $r_p < 5$ мкм). Влияние параметров газозвеси (r_{p0} , C_f^0 , $C_{O_2}^0$) на дисперсность продуктов сгорания практически не зависит от режима конденсации, за исключением значений коэффициента избытка окислителя $\alpha^* \sim 1$, когда в переходной области (между двумя предельными режимами конденсации) начинает сказываться выгорание окислителя в присоединенном объеме.

Показано, что размер частиц горючего оказывает слабое влияние на дисперсность продуктов сгорания в условиях пылевого факела. Влияние массовых концентраций горючего и окислителя не сильнее, чем $d_p \sim \sqrt{C_f^0 / C_{O_2}^0}$ и уменьшается с увеличением α^* . Учитывая ограниченный диапазон изменения концентраций горючего и окислителя, вариация этих параметров, а также размера частиц горючего не может быть использована для эффективного управления дисперсностью целевых продуктов синтеза. Очевидно, что необходимо искать другие способы управления.

Эффективным способом увеличения дисперсности продуктов сгорания металлов в пылевом пламени является управление процессами зародышеобразования в зоне конденсации продуктов сгорания. Увеличение последних можно осуществить введением в исходную смесь легкоионизируемых добавок солей металлов (например, K_2CO_3 , KCl , Na_2CO_3).

Проведенные расчеты по модели [3] подтверждают высказанное предположение.

Литература:

1. Zolotko A. N., Poletaev N. I. and all. Chapter 3. Book "Gas Phase Nanoparticle Synthesis", ISBN 978-1-4020-2443-6, 2004. – PP. 123 – 156.
2. Золотко А. Н., и др. // ФГВ. 1996. – Т.32, №3. – С. 24 – 34.
3. Ю.А. Дорошенко, Н.И. Полетаев. Модель ... // Материалы XXIII научной конференции стран СНГ «Дисперсные системы»: Одесса, Украина, 22-26 сентября, 2008. – С. 117 – 118.