

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ
В ПЛАЗМЕННОМ ПОТОКЕ

Н.А. РУДЕНСКАЯ, Г.П. ШВЕЙКИН, Н.В. СОКОЛОВА

Технопарк БНТУ «ПОЛИТЕХНИК»

«ИХТТ УрО РАН»

Учреждение образования

«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Новополоцк, Беларусь; Екатеринбург, Россия

Эксперимент проводили в потоке низкотемпературной плазмы. В качестве исходных материалов использовали полидисперсный порошок (менее 100 мкм) из оксидной керамики $TiO_2 - Al_2O_3 - ZrO_2 - SiO_2$, а также порошки диборидов хрома, циркония и карбидов вольфрама, титана как полидисперсных, так и монодисперсных.

В ходе исследований обнаружен и изучен новый процесс формирования микро-, ультра- и наноразмерных сфероидов, названный «импульсное деление», сущность которого сводится к следующему: в плазменном потоке происходит интенсивное измельчение как полидисперсного, так и монодисперсного исходного порошка.

Объяснение этого явления обычным механическим измельчением не дало согласующихся с экспериментом результатов. Специальные электронно-микроскопические исследования порошков-продуктов синтеза, извлеченных из реактора на разных стадиях процесса, позволили выявить некоторые особенности плазменного диспергирования микроконгломератов и представить его в нижеприведенном варианте. В высокотемпературной зоне плазменной струи происходит нагрев, предплавление и плавление объемов микрокомпозитов в зависимости от их дисперсности, состава и режимных параметров процесса. Из объема частицы, достигшей стадии плавления матричной составляющей, выделяется 3–4 сектора, обозначенных конвективными потоками, которые приводят в движение тугоплавкие включения композиции, способствуя тем самым их укрупнению. Так формируются центрально- и объемно- ориентированные кристаллические фрагменты в материале матрицы композиционной частицы. Одновременно с этими процессами происходит и диспергирование частиц-микрокомпозитов, заключающееся в выделении из объема последних ультрадисперсных частиц сферической формы. В результате секториальной конвекции расплавленного объема частиц с одной стороны инициируется выталкивание определенной доли массы расплава с образованием микро- или ультрадисперсного сфероида, при этом с противоположной стороны частицы формируется углубление, имеющее форму воронки.

Полученные результаты свидетельствуют об ином механизме формирования сфероидов из первичной частицы нежели образование их за

счет потоков с внешней поверхности, когда на начальных стадиях наблюдается изменение формы первичных (базовых) частиц до эллипсообразных и далее постепенно выделяется сфероид, связанный с базовой частицей перемычкой. В данных исследованиях ничего подобного зафиксировано не было.

Таким образом, частицы с расплавленным материалом матрицы являются своеобразными пульсирующими генераторами ультрадисперсных сфероидов. Кроме того, сравнительные исследования различных составов порошков в виде тугоплавких боридов и карбидов показали, что их измельчение в плазменном потоке происходит за счет дробления частиц (продуктов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза) и последующей сфероидизации образовавшихся более мелких частиц. В случае, если исходные материалы являются плотными и компактными (продукты печного синтеза), то уменьшение размера исходных частиц происходит только в процессе сфероидизации.

Обнаружен и изучен механизм диспергирования оксидных микрокомпозитов в плазменном потоке, названный «импульсное деление».

Показано влияние размера исходных частиц и мощности плазменного генератора на эффективность измельчения порошка.

Предложенный метод диспергирования можно использовать для получения полидисперсных порошков, в том числе ультрадисперсных и наноразмерных со сферической формой частиц; с аморфной, кристаллической и аморфно-кристаллической структурой.

