

УДК 537.523:533.924

С.Г.Зверев (асп. каф. ЭиЭ), О.Н.Фейгенсон (асп. каф. ЭиЭ),  
С.В.Дресвин, д.т.н., проф.

## ПЛАЗМЕННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ $\text{SiO}_2$ СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Существует большое количество технологий, в которых плазма используется в качестве инструмента, производящего необходимые действия над мелкими частицами тугоплавких порошков. Область применения таких порошков уже достаточно широка [1...3].

Так, например, мелкодисперсные порошки фракционного состава 50...150 мкм, полученных путем сфероидизации стеклосбоя в плазменной струе, нашли широкое применение в качестве светоотражающих шариков. Их добавляют в краску при разметке дорожного полотна и изготовлении катафотных покрытий [4].

В последнее время большой интерес наблюдается и к ультрадисперсным порошкам двуокиси кремния  $\text{SiO}_2$  диаметром 2...10 мкм. В частности, в медицине: стоматологические материалы, производство сорбентов, «биоснарядов» в биотехнологии и микробиологии. Для производства таких порошков широко используется высокочастотная индукционная плазма, которая позволяет получать термически обработанные и химически чистые порошки сферической формы. В процессе плазменной обработки происходит эффективное рафинирование силикатных порошковых материалов, при этом предварительной очистки исходного материала не требуется.

Также с помощью стеклошариков производят струйную обработку медицинских инструментов, благодаря чему исчезают все микротрещины, возникающие на поверхности инструментов, а сами они приобретают матовый оттенок, исключающий блики, так мешающие хирургу во время операции.

Следует заметить, что техника плазменной обработки порошка двуокиси кремния  $\text{SiO}_2$  диаметром 2...10 мкм очень сильно отличается от техники обработки частиц диаметром 50...150 мкм. Требуется специальная конструкция порошкового питателя и системы транспортировки частиц в плазму, а также усовершенствованная система сбора и фиксации частиц как готового продукта. Это связано с особенностями ультрадисперсного порошка.

Порошок с размером частиц 2...10 мкм представляет собой обычно комкующиеся, электролизующиеся и плохо транспортируемые системы, поэтому основная проблема – это подготовка и транспортировка таких порошков в плазму. Скорости проплавления порошков такого малого размера весьма велики, поэтому в отличие от частиц 50...150 мкм, для которых основная задача продержаться эти частицы подольше в плазме, для частиц 2...10 мкм нужно ограничить время их контакта с плазмой. Большой процент испарившегося материала, конденсация, силы термофореза, разбрасывающие порошок по стенкам делают этот процесс плохо управляемым. Сбор такого порошка производится через водяное барботирование и рукавные фильтры.

Эксперименты по исследованию процесса производства микрошариков ультрадисперсного порошка  $\text{SiO}_2$  проводились на ВЧИ плазменной установке частотой 13,76 МГц и мощностью 40 кВт. Металлический разрезной ВЧИ плазмотрон обычного типа, работающий по схеме сверху вниз, стыкуется с кварцевым реактором, в который под углом 90 градусов вводится с помощью транспортирующего газа ультрадисперсный порошок. Основные рабочие характеристики установки представлены в таблице.

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАЗМЕННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ $\text{SiO}_2$ СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Параметр	Значение
Рабочая частота лампового генератора, МГц	13,76
Мощность генератора, кВт	40
Мощность плазменной струи, кВт	20
Тип плазмообразующего газа	Воздух
Ориентация плазмотрона в пространстве	Вертикальная (по схеме сверху вниз)
Способ ввода исходного материала	Под углом к плазменному потоку

Целью экспериментов являлся выбор оптимальных рабочих параметров установки, влияющих на качество получаемых микрошариков и производительность установки: расходы плазмообразующего и транспортирующего газов, угол ввода порошка в плазменную струю, предельно допустимый расход порошка.

С помощью математического моделирования процессов получения сфероидизированных ультрадисперсных порошков в ВЧИ плазме, а также экспериментальным подбором параметров ввода порошка в струю плазмы добивались максимальной производительности установки. На финальном этапе экспериментальной работы производительность составляла 8...10 кг микрошариков в час, энергетические затраты – около 4...5 кВт·ч/кг, эффективность сфероидизации – не менее 95%.

В настоящее время идет работа над оптимизацией режимов обработки, и продолжаются эксперименты, направленные на увеличение производительности.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Дресвин С.В., Бобров А.А., Лелевкин В.М. и др. ВЧ- и СВЧ-плазмтроны. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992.
2. Дашкевич И.П. Высоочастотные разряды – промышленное применение / Под ред. А.Н.Шамова. – 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Политехника, 1991.
3. Донской А.В., Клубникин В.С. Электроплазменные процессы и установки в машиностроении. – Л.: Машиностроение. 1979.
4. Фейгенсон О.Н., Зверев С.Г., Зарембо Р.Ю., Дресвин С.В. Экспериментальные исследования процесса сфероидизации порошка  $\text{SiO}_2$  в ВЧИ плазме // XXIX Неделя науки СПбГТУ. Ч.1: Материалы межвуз. науч. конф. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001, с. 93-95.