

Гидротермальный синтез высокодисперсных порошков цирконата и гафната бария при микроволновом и ультразвуковом воздействии

Максимов Виктор Доржиевич

Студент

Московский Государственный университет им М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: maxvictor@rambler.ru

Цирконат и гафнат бария находят применение в качестве барьерных материалов для изготовления тиглей и подложек, которые используются при работе с расплавами различных веществ, а также огнеупорной керамики. Цель настоящей работы – выявление эффектов ультразвукового и микроволнового воздействий в гидротермальных условиях на морфологию и размер кристаллитов синтезированных порошков $BaZrO_3$ и $BaHfO_3$.

Высокодисперсные порошки $BaZrO_3$ и $BaHfO_3$ были получены гидротермальной обработкой суспензий аморфных гидроксидов цирконила $ZrO(OH)_2 \cdot nH_2O$ и гафнила $HfO(OH)_2 \cdot nH_2O$ в насыщенном растворе гидроксида бария. Впервые эти порошки были получены тремя различными методами: обычным гидротермальным (ГТ), гидротермально-микроволновым (ГТ-МВ) при $T = 100-180^\circ C$ и гидротермально-ультразвуковым (ГТ-УЗ) при $T = 180^\circ C$ (продолжительность $t = 0,5$ и 1 ч). Синтезированные порошки были исследованы методами рентгенофазового анализа (РФА), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), распределение частиц по размерам изучалось методом лазерной седиментации.

Сопоставление физико-химических свойств синтезированных порошков позволило установить, что в гидротермальных условиях и микроволновое, и ультразвуковое воздействие способствует уменьшению среднего размера частиц синтезированных порошков, и получению частиц, имеющих преимущественно сферическую форму и более узкое распределение по размеру. Например, при $180^\circ C$ и продолжительности синтеза 1 ч. средний размер кристаллитов $BaZrO_3$ и $BaHfO_3$, полученных ГТ, ГТ-МВ и ГТ-УЗ методами, составляет: $3,3$; $1,2$ и $0,6$ мкм ($BaZrO_3$) и $2,6$; $0,5$ и $0,4$ мкм ($BaHfO_3$), соответственно. При обработке водных растворов мощным УЗ воздействием возникает явление кавитации, которое способствует появлению новых центров зародышеобразования на кавитационных пузырьках, и разрушению агрегатов частиц за счет воздействия ударных волн. Как известно, диспергирующее воздействие ультразвука наблюдается в тех случаях, когда размер твердофазных частиц в обрабатываемых суспензиях сопоставим с размерами кавитационных пузырьков (~ 1 мкм), что хорошо выполняется в этой работе. Следует подчеркнуть, что наблюдаемые схожие эффекты обусловлены воздействиями (МВ и УЗ), имеющими совершенно разную природу. Общим в обоих случаях, по-видимому, является равномерность нагрева обрабатываемых суспензий. Свою роль в увеличении скорости протекания гидротермальных процессов могут играть и локальные перегревы реакционной среды, которые могут возникать как при ультразвуковой, так и при микроволновой обработке.

Таким образом, в данной работе показано преимущество новых методов «мягкой химии» - ГТ-МВ и ГТ-УЗ, позволяющих улучшить обыкновенный ГТ метод и получать высокодисперсные порошки $BaZrO_3$ и $BaHfO_3$ с меньшим размером кристаллитов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований проект РФФИ № 04-03-32295.