

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ФАЗОВЫЙ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ СИНТЕЗИРУЕМЫХ АЛЮМООКСИДНЫХ ПОРОШКОВ

¹Ильющенко А.Ф., ²Судник Л.В., ²Лученок А.Р., ²Ткачук В.С., ²Рудницкий К.Ф.,
³Мазалов Д.Ю.

¹Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа, ул. Платонова, 41, 220005 г. Минск, Беларусь

²ОХП «Научно-исследовательский институт импульсных процессов с опытным производством», ул. Платонова 126, Минск, Беларусь

³ООО «Энерготех», г. Москва.

Быстрое развитие в сфере высокотехнологичных керамических изделий с новыми и многообещающими применениями в широких областях привело к созданию не только различных способов формования и спекания, но также и способов и технологий получения порошков с новыми функциональными возможностями. Можно отметить постоянно растущий интерес исследователей к получению дисперсных фаз, состоящих из твердых микрочастиц. Образование таких микрочастиц часто можно рассматривать как результат самоорганизации наночастиц соответствующих твердых фаз, возникающих и взаимодействующих между собой в условиях избытка подводимой извне тепловой энергии.

Алюмооксидные ультра- и нанодисперсные порошки обладают такими характеристиками, как низкая плотность, высокое отношение поверхности к объему, а также низкий коэффициент теплового расширения и преломления, это делает их привлекательными для многих применений, таких как катализаторы, покрытия различного рода для поверхностей и др. Высокая площадь поверхности нано- и ультрадисперсных порошков является преимуществом для сенсоров.

Известны многочисленные способы получения ультрадисперсных и наноразмерных порошков, однако в последние годы упор все же делается на химические способы синтеза, позволяющие получать неагломерированные порошки заданного химического, гранулометрического состава определенной морфологии, способы, позволяющие осуществлять разработку промышленных технологий в широких масштабах, на основе доступного, недорогого сырья и химикатов. Наиболее универсальным способом синтеза прекурсоров композиционных материалов является метод, основанный на сжигании алюминия в водных средах в условиях высоких температур и давлений. При этом вводится понятие сверхкритического состояния.

Сверхкритическое агрегатное состояние вещества впервые было установлено французским естествоиспытателем Каньяр де ла Тур в 1822 году при нагревании жидкостей в закрытых металлических шарах, что приводило к одновременному росту температуры и давления. Для исследованных жидкостей были определены соответствующие значения критической температуры, при которой происходило резкое изменение свойств вещества.

Современные представления трактуют сверхкритическое состояние как наличие свободных молекул и многочисленных слабо связанных кластеров молекул. Расстояния между присутствующими в сверхкритической фазе частицами (молекулами и кластерами) значительно больше, чем в классической жидкости, но намного меньше, чем в обычных газах. Внутри кластеров молекулы располагаются хаотическим образом, то есть вовсе не так, как они располагаются в настоящей жидкой фазе данного вещества. Энергия взаимодействия молекул в кластерах очень невелика. В то же время скорости, с которыми отдельные молекулы входят в кластеры и покидают их очень высоки. Отсюда вытекает низкая вязкость и одновременно высокая

диффузионная способность сверхкритической среды. Обе характеристики исключительно важны и лежат в основе практического использования вещества в сверхкритическом состоянии.

Важно также, что растворимость как жидких, так и твердых веществ в сверхкритических средах является функцией давления: чем выше давление, тем выше растворимость твердых веществ в сверхкритических средах. В диапазоне сверхкритического состояния эта зависимость плавно меняется, в то время как при переходе сверхкритической точки растворимость твердого вещества падает почти до нуля (среда переходит в классический газ, в котором твердые вещества не растворяются).

Изучение процесса синтеза оксидно-гидроксидных порошков показало, что при сжигании алюминиевого порошка в водных средах при давлении 10-15 МПа и температуре 270-320 °С происходит экзотермическая реакция:



Синтезированные порошки, представляющие собой агломераты до 1 – 5 мкм, которые состоят из нанокристаллов. Изучена скорость реакций синтеза в зависимости от рН, температуры и давления. Определены эффективные константы и энергии активации синтеза.

Синтезированные порошки нашли применение в производстве новых типов керамики и композитных материалов, катализаторов, теплоизоляционных, защитных и других материалов.

Областями применения полученных порошков могут стать:

- получение огнеупорных материалов и покрытий;
- материалы для оптических, микроволновых и магнитооптических изделий;
- катализ, газовая сенсорика, процессы сорбции и др.