

Научные сообщения

Министерство образования Республики Казахстан

Восточно-Казахстанский государственный университет

УДК 669.017:539.215.4

ГРНТИ 53.03.03

**ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРУ
УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ
ОКСИДА АЛЮМИНИЯ И ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ**

Существующие способы получения ультрадисперсных порошков (УДП) весьма разнообразны, что позволяет широко варьировать их физико-химические свойства. Повышенный интерес к использованию УДП плазмохимического способа получения и технологии конструкционной керамики обусловлен их высокой активностью, позволяющей получать плотные изделия при относительно невысоких температурах спекания, создавать принципиально новые материалы.

Объекты исследования УДП оксидов чистого алюминия и циркония, системы $Al_2O_3 - ZrO_2$ с небольшими добавками Y_2O_3 , CaO (при различных объемных процентных соотношениях оксидов алюминия и циркония) были получены методом плазмохимической технологии - возгонкой с последующей конденсацией, что способствует формированию аэрозольных ультрадисперсных частиц с неравновесной кристаллической структурой. Важной особенностью УДП является чрезвычайно высокая склонность их к агрегированию. Это связано с тем, что удельная поверхность порошков составляет $30-50 \text{ м}^2/\text{г}$, а размеры частиц колеблются в пределах от 10 до 100 нм, что обуславливает повышенную поверхностную энергию, минимизации которой способствует соединение частиц в агрегаты. Исследуемые порошки оксидов подвергались также таким дополнительным обработкам, как размол в планетарной мельнице при различных временных режимах (5, 10, 15 мин.), виброобработка, отжиг при 1173 К.

Электронно-микроскопические (ЭМ-125 К) наблюдения различных образцов на просвет показали, что форма частиц близка к сферической, т.е. в результате распыления образуются сферические и двойные распыления в окислительной среде получены полые и сплошные, с пустотами и без них сферические образования размером от 1000 до 100 нм и менее, с некоторым количеством (в зависимости от состава и режима приготовления от 10 до 30 % по объему) полусфер и обломков неправильной формы. Ультрадисперсная среда представляла собой скопление агломератов, каждый из которых может рассматриваться как пористая частица, имеющая кроме внешней, близкой к сферической, развитую внутреннюю поверхность, т.е. собственный очень сложный микрорельеф. Светло- и темнопольные снимки при больших увеличениях показывают, что каждая частица этой дисперсной системы состоит из меньших по размеру и огромных по количеству частиц. Это указывает на то, что в ультрадисперсной системе протекает структурная релаксация, в процессе которой, благодаря атомным перестройкам соответственно разным технологическим режимам, формируется устойчивая в данных условиях структура с преобладанием кристаллической фазы. Электроннограммы (ДРОН-4), полученные от этих образцов, показывают, что структура порошков - поликристаллическая, мелкодисперсная. Именно эти мелкодисперсные частицы со средним размером 50 нм и дают на дифрактограммах диффузное гало, свидетельствующее о наличии в их составах, наряду с кристаллической (с дальним порядком), аморфной (с ближним порядком) фазы. Также показана очень большая чувствительность кристаллической структуры образцов чистого оксида алюминия к внешним воздействиям, таким как размол и отжиг, в результате которых имеют место полиморфизм и политипизм оксидов алюминия.

• Образцы, содержащие преимущественно Al_2O_3 (80 %) с некоторой долей ZrO_2 (20 % без добавок или с дополнительной добавкой 1-2 % Y_2O_3 для стабилизации ZrO_2), представлены рентгеноаморфной и кристаллическими (в основном тетрагональной и частью моноклинной) фазами. В результате отжига частицы приобретают более регулярную, правильную огранку. В общем, в случае системы Al_2O_3 - ZrO_2 благодаря влиянию матрицы увеличивается содержание тетрагональной фазы, а количество дефектов уменьшается. При исследовании образцов, состоящих из 100 % ZrO_2 , обнаружены аморфная, тетрагональная и мо-

ноклинные фазы. Также обнаружено, что размол образцов и их отжиг способствуют возникновению и увеличению доли моноклинной фазы ZrO_2 , видимо, за счет превращения m в o .

В образцах, в состав которых входят 96,5 % ZrO , 3,5 % CaO и 95 % ZrO_2 - 5 % Y_2O_3 , рефлексы чистой фазы Y_2O_3 и CaO отсутствуют, т.е. они растворились в ZrO_2 - матрице, стабилизируя тетрагональный диоксид циркония и способствуя возникновению его в значительных количествах. О растворении Y_2O_3 в ZrO_2 говорит обнаруженный электронно-микроскопически спинодальный распад, сопровождаемый образованием модулированной структуры.

Необходимо отметить, что тетрагональные фазы Al_2O_3 и ZrO_2 имеют идентичную дифракционную картину. Данное обстоятельство, видимо, является основанием для их гомогенности из-за изоструктурного характера кристаллических решеток.

Особенностью ультрадисперсного состояния является то, что в частицах очень малых размеров микронапряжения настолько значительны, что вызывают существенное искажение кристаллической решетки и влияют на энергию активации большинства процессов, меняя привычный ход и последовательность этих процессов.

Наблюдаемые эффекты и их результаты являются наглядным примером этих особенностей.

Проведенные авторами детальные исследования атомно-молекулярных процессов позволяют улучшить прогнозирование свойств материалов, получаемых в диспергированном состоянии различными технологическими методами.

Полученные результаты предлагаются заинтересованным организациям на договорной основе.

Авторы: Ю.К.Назаров, к.ф.-м.н., зав.лабораторией; М.А.Бадыганов, аспирант; Т.К.Рафиков, с.н.с.



Республика Казахстан, 492036, Усть-Каменогорск, ул.30-й
Гвардейской дивизии, 34, Восточно-Казахстанский государственный университет



44-61-71

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**