

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА  
МЕЛКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА И ЕГО ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОЙ  
МИКРОСКОПИИ**

Ивакин Ю.Д., Данчевская М.Н., Холодкова А.А.

*Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[Ivakin@kge.msu.ru](mailto:Ivakin@kge.msu.ru)

Формирование кристаллов в гидротермальной или термопаровой среде во многих случаях приводит к образованию порошка микрокристаллов с характерными для данных условий обликом и размером частиц. В этом случае анализ электронно-микроскопических изображений (СЭМ фотографий) позволяет установить зависимость характеристик дисперсного состава от условий синтеза порошка. Для анализа используются СЭМ фотографии различных мест тонкого слоя порошка. На СЭМ изображениях измеряются диаметры от 1000 до 10000 кристаллов. Полученные данные дают общий средний размер подсчитанных частиц, а также представляются в виде гистограммы распределения числа частиц по интервалам равномерного разбиения всего диапазона измеренных размеров. Затем при делении на общее число измеренных частиц гистограмма преобразуется в зависимость средней плотности вероятности нахождения частицы на интервале разбиения от размера на середине интервала. Далее методом компьютерной деконволюции определяется число и характеристики непрерывных функций, сумма которых оптимально описывает зависимость средней плотности вероятности от размера частиц. Распределение описывается одной или несколькими логнормальными функциями. Из трёх параметров каждой функции один описывает средний размер частиц, другой пропорционален числу частиц, третий характеризует ширину распределения, которая зависит от однородности формы частиц. В простроенном суммарном непрерывном полимодальном распределении каждая составляющая функция описывает отдельный модуль с установленными характеристиками среднего размера, числа частиц и их однородности. Этим модулям придаётся физический смысл фракций, составляющих

синтезированный полидисперсный порошок. Изменение условий формирования частиц позволяет наблюдать эволюцию фракций, установить зависимость характеристик каждой фракции от параметров превращения и сделать выводы о механизме и маршрутах происходящих процессов.

Описанный метод анализа размеров частиц изложен в [1] и использован при исследовании фракционного состава галлата цинка и титаната бария, образующихся при взаимодействии соответственно оксида цинка с оксигидроксидом галлия [1] и оксида бария с диоксидом титана в гидротермальных условиях [2]; изменений дисперсности оксида цинка при рекристаллизации в водной среде [1, 3]; зависимости фракционного состава алюмомагниевого шпинели от концентрации активатора при синтезе в процессе термодиффузионной обработки смеси бемита и оксида магния [4]; механизма образования разных фракций мелкокристаллического  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  при разложении  $\gamma\text{-AlOOH}$  в среде сверхкритического водного флюида [5].

#### *Список литературы*

[1] Ивакин Ю.Д. Определение распределения по размерам кристаллов мелкокристаллических оксидов методом анализа электронно-микроскопических изображений.

URL: [http://istina.msu.ru/media/courses/courseteaching/82e/1c8/22276967/Zadacha\\_2016.pdf](http://istina.msu.ru/media/courses/courseteaching/82e/1c8/22276967/Zadacha_2016.pdf)

[2] Kholodkova A.A., Danchevskaya M.N., Ivakin Yu.D., Muravieva G.P., Tyablikov A.S. Crystalline barium titanate synthesized in sub- and supercritical water. J. Supercritical Fluids. V. 117. November 2016. P. 194.

[3] Ивакин Ю.Д., Данчевская М.Н., Муравьева Г.П. Формирование мелкокристаллического оксида цинка при термодиффузионной обработке. Тезисы докладов, настоящий сборник

[4] Ивакин Ю.Д. Исследование дисперсности мелкокристаллических оксидов при изучении механизма зарождения и роста их кристаллов.

URL: <http://istina.msu.ru/achievements/print/15037764/>

[5] Ивакин Ю.Д., Данчевская М.Н., Муравьева Г.П. Индуцированное формирование кристаллов корунда в сверхкритическом водном флюиде. Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика. 2014. Т. 9. № 3. С. 36.