

ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ ПОРОШКОВОГО ОБРАЗЦА ГЕКСАФЕРРИТА СТРОНЦИЯ $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$

ХНУ им. В.Н. Каразина

Ст.: Д.С. Урденко, Н.Н. Костенич

Рук.: доц. Е.М. Савченко, м.н.с. С.И. Петрушенко

Оценка величины частиц порошковых образцов актуальна, поскольку размеры могут оказывать существенное влияние на свойства материалов. Особое внимание уделяется этой проблеме в последнее время в связи с развитием нанотехнологий, разработкой методов получения порошков с размерами зерна порядка нанометров и необходимостью надежной оценки таких размеров.

Оценку размеров частиц можно осуществить по уширению дифракционных линий на рентгенограммах, полученных от мелкодисперсных образцов. Однако на уширение пиков влияют микронапряжения, а также дефекты, присутствующие в исследуемых порошках. Ширина пиков обратно пропорциональна количеству рассеивающих центров вдоль данного направления [1]. Все эти факторы дают вклады в уширение пиков (рис.1) и, соответственно размер частиц, рассчитанный по известной формуле Селякова - Шеррера [2]:

$$D = nd = \frac{\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

β – полуширина линии; λ – длина волны; θ – угол дифракции;

D – размер кристаллита;

n – число межплоскостных расстояний d_{hkl} .

Кроме того, поскольку, каждый кристаллит порошка может иметь блочную структуру, на основании результата, полученного с помощью данной формулы можно достаточно корректно говорить об оценке области когерентного рассеивания (ОКР), но не о физическом размере частиц порошка (рис.1, вставка).

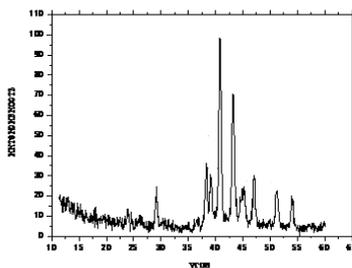
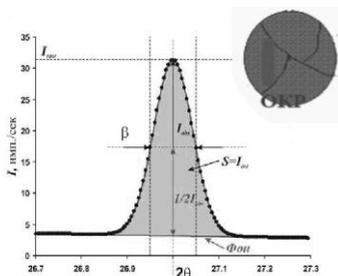


Рис. 1.

Рис. 2.

Таким образом, определяемый рентгеновской дифракцией размер – это некоторым образом усредненная по образцу величина области ОКР.

В данной работе это было продемонстрировано исследованием порошкового образца гексаферрита стронция. Был использован промышленный порошок $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ (магнитный диэлектрик, группа симметрии $R\bar{6}_3/mmc$), дифрактограмма которого полученная методом Дебая на дифрактометре ДРОН – 2 приведена на рисунке 2.

Оценка размера ОКР по измеренным полуширинам линий с использованием формулы (1) дает величину около $D = 20$ нм. Поскольку, технология получения данного порошка не предусматривала формирование частиц таких размеров, можно было предположить, что действительный размер зерна существенно от нее отличается. Для обоснования этого предположения были получены снимки исследованного спрессованного образца в растровом электронном микроскопе JEOL JSM-840.

Анализ снимков (рис. 3) с помощью специально разработанного программного обеспечения, позволил получить следующее распределение частиц по площадям (рис. 4). Средняя площадь кристаллитов по данным исследований электронно – микроскопических снимков составляет $S = 0,370 \text{ мкм}^2$ что соответствует среднему характерному размеру $D = 600 \text{ нм}$.

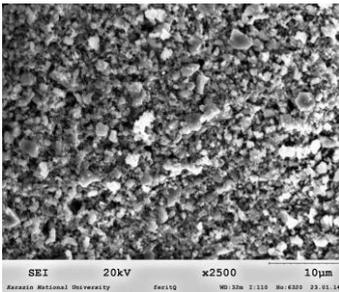


Рис.3

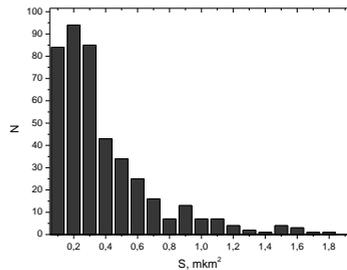


Рис.4

Сравнение результатов измерений дифрактометрическим и электронно-микроскопическим методом наглядно показывает разницу между размерами областей когерентного рассеяния и размерами частиц порошка, и может быть использовано в качестве демонстрации в соответствующем лекционном курсе.

- 1.Тейлор А. Рентгеновская металлография: Пер. с англ. – М.: Металлургия, 1965. – 665 с.
- 2.Современная кристаллография (в четырех томах). Том 1. Симметрия кристаллов. Мето-

ды структурной кристаллографии. Вайнштейн Б. К., М., «Наука», 1979. 384 с.