

ПРОЦЕССЫ СИНТЕЗА ПОРОШКОВ МАГНИТОТВЕРДЫХ ФЕРРИТОВ ГЕКСАГОПАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ТИПА W

Смоленчук С.В., Паньков В.В.

БГТУ, ул. Свердлова, 13а

Гексагональные ферриты со структурой M-, W-, Y-, Z-, X-типа применяются в производстве постоянных магнитов и СВЧ-устройств. Особый интерес проявляется к соединениям $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{Me}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$ ($\text{Me}^{2+} = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Mg}, \text{Cu}, \text{Zn}, \text{Fe}$), имеющим W-тип кристаллографической структуры. Их магнитные характеристики могут изменяться при введении различных двухвалентных катионов. Некоторые из них проявляют достаточно высокие магнитные свойства. Например, $\text{BaZn}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$ при комнатной температуре имеет значение намагниченности насыщения, равное $79 \text{ Гс}\cdot\text{см}^3/\text{г}$, что на 15 % выше этого показателя для феррита стронция или бария M-типа [1]. Однако, температура образования гексаферритов W-типа гораздо больше 1300°C , чем температура синтеза гексаферритов M-типа. Как следствие, порошки, полученные в таких температурных диапазонах, характеризуются большим размером зерен – $10\text{-}15 \text{ мкм}$ и это приводит к существенному снижению величины коэрцитивной силы (H_c). Более того, магнитные параметры этих соединений зависят также от распределения катионов по различным подрешеткам кристаллографической структуры, на которое оказывает влияние способ приготовления и термообработка. По этой причине вызывают интерес исследования, ставящие своей целью разработку альтернативных известному керамическому методу синтеза способов получения гексаферритов со структурой W-типа. В настоящей работе обсуждаются возможности использования модифицированного метода аэрозольного пиролиза для синтеза соединений $\text{BaZn}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$ и проводится сравнение полученных этим методом образцов с образцами, синтезированными обычным керамическим способом и методом соосаждения.

Особенности используемого метода синтеза порошка изложены в работе [2]. В качестве жидкой фазы для распыления использовался раствор, содержащий нитраты бария, цинка, железа. В него добавлялось 30 масс.% сульфата натрия, который использовали в качестве компонента, не участвующего в реакции синтеза. Генерирование аэрозоля проходило при частоте 1 МГц, последующая термообработка полученных капель осуществлялась при 880°C в течение 1-2 с. Внешний вид продукта представлен на рисунке 1.

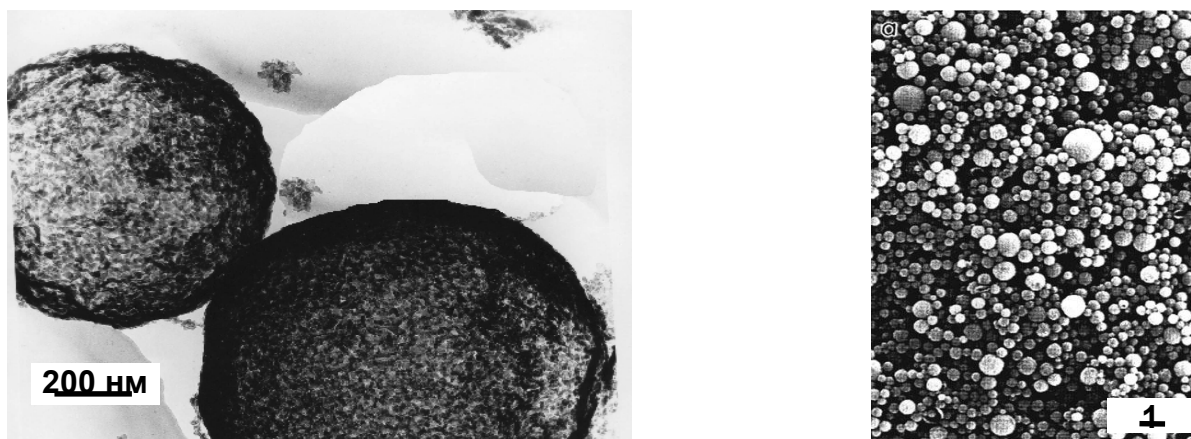


Рис. 1

Полученный порошок подвергался дальнейшей термообработке уже в обычной печи в диапазоне температур $880\text{-}1200^\circ\text{C}$. после чего проводился анализ его фазового состава (EDX, ДРОН 3М) и дисперсности (SEM, BET).

Присутствующая в частичках продукта, не вступающая в реакцию фаза Na_2SO_4 при термообработке изолирует последние друг от друга и предотвращает их спекание без увеличения размеров. Поэтому при использовании температур обработки ниже температуры плавления Na_2SO_4 (890°C) появляется возможность осуществить длительное нагревание материала с подавлением процесса роста его частиц. В данной работе для более полного протекания реакции ферритизации после пиролиза аэрозоля и достижения равновесного состояния, полученный прекурсор обрабатывался при температуре 880°C в течение 24 часов. Столь длительная термообработка дала возможность существенно увеличить (до 60 %) количество фазы W-типа в продукте. При использовании обычного керамического метода синтеза из оксидов данная фаза (BaZn_2W) начинает появляться в смеси с другими продуктами ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, ZnFe_2O_4) при температурах выше 1200°C . В случае получения BaZn_2W методом соосаждения, фаза со структурой W-типа синтезируется в порошкообразной смеси также при температурах выше 1150°C . Завершение превращения промежуточных продуктов в фазу $\text{BaZn}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$ в случае модифицированного аэрозольного пиролиза происходило при температуре 1150°C . На это указывают данные рентгенофазного анализа, а также изменения намагниченности насыщения и температуры Кюри в зависимости от режимов термообработки. Изменение последних величин весьма показательны, так как они отличаются для продукта $\text{BaZn}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$ и промежуточной магнитной фазы $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$.

$$\begin{array}{ll} \text{BaZn}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}: T_c = 377^\circ\text{C}, & \sigma = 78 \text{ Гс}\cdot\text{см}^3/\text{Г} \\ \text{BaFe}_{12}\text{O}_{19} : T_c = 457^\circ\text{C}, & \sigma = 66 \text{ Гс}\cdot\text{см}^3/\text{Г} \end{array} \quad [1]$$

Изменения температуры Кюри, представленные на рис.2, и намагниченности насыщения чётко свидетельствуют о существенно более раннем образовании BaZn_2W для случая его получения модифицированным методом аэрозольного пиролиза.

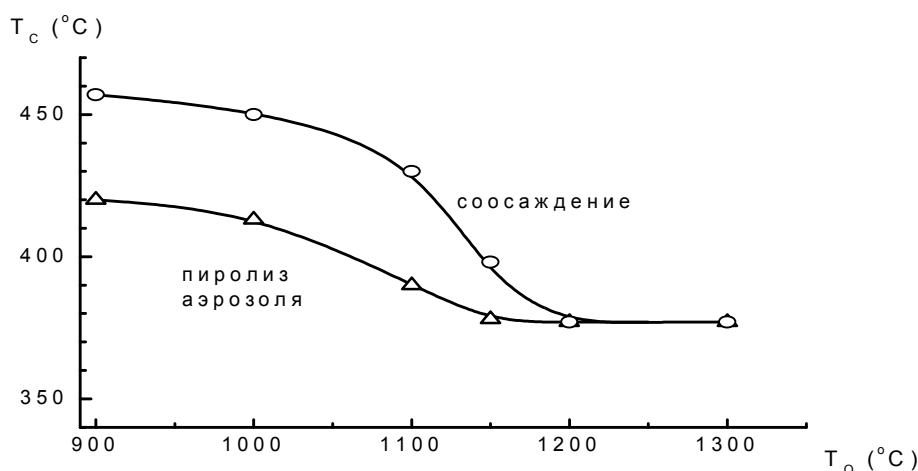


Рис. 2
Литература

1. F. Leccabue, R. Panizzieri, G. Albanese Magnetic properties and phase formation of W – type hexaferrite prepared by chemical coprecipitation method // High Tech Ceramics. Ed. P. Vincenzini. Amsterdam. – 1987. - P. 2019.
2. Pankov V.V. Modified aerosol synthesis for nanoscale hexaferrite particles preparation // Mater. Sci. Engineering. – 1997. – Vol. A224. – P. 101-106.