

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ГЕТЕРОФАЗНЫХ ПРОДУКТОВ СИСТЕМЫ «Fe–O», СИНТЕЗИРОВАННЫХ ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

М.И. Гуков, И.И. Шаненков, А.И. Циммерман
Научный руководитель – д.т.н., профессор А. А. Сивков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, 1q1@t-sk.ru

В настоящее время магнитные материалы вызывают значительный интерес. Среди них стоит отметить простые оксиды железа, насчитывающие в своем составе 6 различных фаз, которые обладают различными структурами и физическими свойствами, а именно: α -Fe₂O₃ (гематит), β -Fe₂O₃, γ -Fe₂O₃ (маггемит), ϵ -Fe₂O₃, FeO и Fe₃O₄ (магнетит) [1]. Из вышеперечисленных фаз наибольший практический интерес представляют фазы Fe₃O₄ и ϵ -Fe₂O₃ в связи с их уникальными магнитными свойствами: частицы эpsilon фазы обладают наибольшим значением коэрцитивной силы среди всех известных простых оксидов металлов [2], а частицы фазы магнетита обладают максимальным значением намагниченности насыщения среди ферритов при комнатной температуре. Однако, синтез частиц фазы ϵ -Fe₂O₃ является достаточно трудной научной задачей в связи с тем, что он возможен только в узком диапазоне температур, а сами частицы не должны превышать размера ~ 100 нм [3].

В данной работе для получения указанных фаз было предложено использовать способ прямого плазмодинамического синтеза в системе, основанной на базе коаксиального магнитоплазменного ускорителя (КМПУ), в которой ранее уже удалось получить, как фазу магнетита, так и редкую эpsilon фазу [4].

Рассматриваемая система позволяет получать гетерофазные дисперсные порошки оксидов железа с возможностью варьирования их фазового состава, что подтверждается результатами рентгеновской дифрактометрии (рис. 1). Для исследования магнитных свойств гетерофазных продуктов были отобраны два синтезированных образца с наибольшим содержанием магнетита и эpsilon фазы соответственно: а) Fe₃O₄ – 77,5%, α -Fe₂O₃ – 22,5% и б) ϵ -Fe₂O₃ – 90%; α -Fe₂O₃ – 10%.

Магнитные свойства образцов были исследованы путем изучения петель гистерезиса, полученных на вибромагнитометре VSM-250 в полях до 20 кЭ. Продукты с высоким содержанием магнетита ожидаемо отличаются высоким значением намагниченности насыщения (65,8 Гс·см³/г) и узкой петлей гистерезиса ($H_c = 0,14$ кЭ). С увеличением содержания эpsilon фазы в продукте наблюдается снижением намагниченности насыщения (12,7 Гс·см³/г) и рост коэрцитивной силы ($H_c = 2,03$ кЭ). При этом возрастание намагниченности насыщения происходит линейно с увеличением содержания эpsilon фазы.

Согласно результатам проведенных исследований магнитных свойств, можно заключить то, что при изменении фазового состава продуктов плазмодинамического синтеза в системе, основанной на базе КМПУ, наблюдается значительное изменение их магнитных свойств. Это позволяет сделать предположение о том, что, управляя параметрами процесса и, соответственно, фазовым составом получаемых гетерофазных продуктов, можно регулировать конечные магнитные свойства продукта в целом.

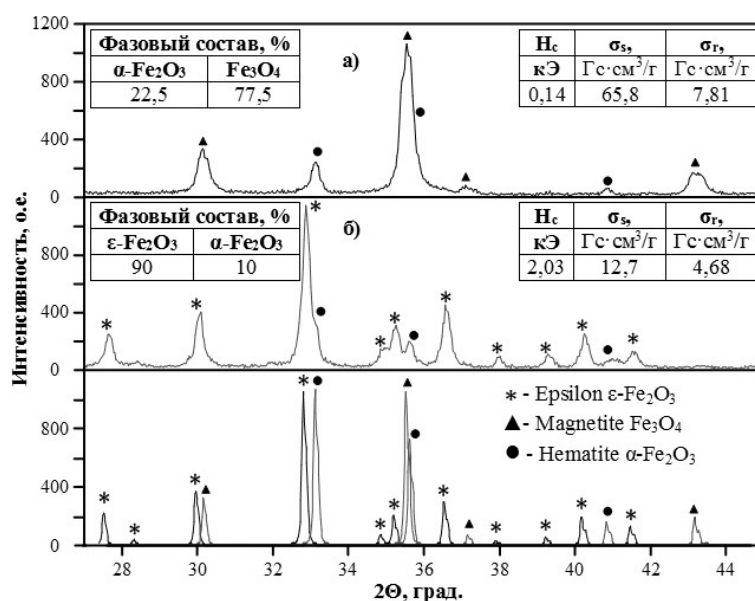


Рис. 1. Рентгеновские дифрактограммы с результатами проведенных анализов

Список литературы

1. Cornell R.M., Schwertmann U. *The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences and uses.*— John Wiley & Sons, 2003.
2. Sakurai S. et al. *Large coercive field in magnetic-field oriented ϵ -Fe₂O₃ nanorods* // *Chemical Physics Letters*, 2008.— Vol.458.— №4–6.— P.333–336.
3. Gich M. et al. *Magnetoelectric coupling in ϵ -Fe₂O₃ nanoparticles* // *Nanotechnology*, 2006.— Vol.17.— №3.— P.687.
4. Sivkov A. et al. *Plasma dynamic synthesis and obtaining ultrafine powders of iron oxides with high content of ϵ -Fe₂O₃* // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2016.— Vol.405.— P.158–168.

ПОЛУЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ВИСМУТА ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ ДЛЯ ТЕХНИКИ И МЕДИЦИНЫ

А.С. Даминов¹

Научный руководитель – д.х.н., главный научный сотрудник Ю.М. Юхин²

¹ООО «Завод редких металлов»

630559, Россия, Новосибирская обл., р.п. Кольцово, info@cesium.ru

²Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН

630128, Россия, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе 18, yukhin@solid.nsc.ru

Мировое потребление висмута составляет 15–16 тыс.т/год, а его использование в производстве соединений достигает 57,2% мирового потребления. Получают соединения висмута из металла в результате его растворения в азотной кислоте с последующим гидролитическим осаждением различных соединений из висмутсодержащего азотнокислого раствора.

Исходные висмутсодержащие растворы (380 г/л висмута, 110 г/л свободной азотной кислоты) получали растворением 685 кг технического оксида висмута в азотной кислоте с концентрацией 7,0 моль/л при перемешивании в реакторе емкостью 2,0 м³. Гидролитическую очистку висмута от примесных металлов проводили в реакторе гидролиза емкостью 1,6 м³ при следующих условиях: заливали в реактор 900 л дистиллированной воды, нагретой до 70 °С, при перемешивании добавляли 90 л висмутсодержащего раствора, доводили рН смеси добавлением водного раствора аммиака до 1,0, перемешивали пульпу в течение 60 мин. После отделения осадка от раствора осадок промывали на фильтре дистиллированной водой. В результате проведенных промышленных испытаний получен висмут нитрат основной фармакопейный, соответствующий требованиям ФСП 42-0587612404. Прямое извлечение висмута в продукт составило 94,6%, удельная поверхность полученного основного нитрата равна 0,58 м²/г, а насыпная плотность 1,55 г/см³. Прокаливанием висмута нитрата основного при температуре (620±20) °С

получен оксид висмута, соответствующий требованиям ГОСТ 10216-75 для квалификации «хч» с удельной поверхностью 0,52 м²/г и насыпной плотностью 1,90 г/см³.

Реакция взаимодействия твердого оксогидроксонитрата [Bi₆O₄(OH)₄](NO₃)₆•H₂O с растворами кислот использована для получения соединений висмута высокой чистоты. Так, при обработке оксогидроксонитрата данного состава концентрированными (14–16 моль/л) растворами азотной кислоты получен средний нитрат состава Bi(NO₃)₃•5H₂O, а при обработке растворами лимонной кислоты – цитрат висмута состава BiC₆H₅O₇.

Показана возможность получения среднего нитрата висмута состава Bi(NO₃)₃•5H₂O по реакции взаимодействия оксида или основного нитрата висмута состава [Bi₆O₄(OH)₄](NO₃)₆•H₂O с концентрированными растворами азотной кислоты. В случае оксида висмута возможно получение среднего нитрата при обработке оксида раствором азотной кислоты плотностью 1,35 г/см³ и выше. Так, при обработке 100 г технического оксида висмута (содержащего 0,8% свинца) 100 мл раствора азотной кислоты плотностью 1,35 г/см³ получен средний нитрат с выходом висмута в продукт 76,8% и содержанием свинца 0,11%. Предварительная гидролитическая очистка висмута от примесных металлов его осаждением из азотнокислого раствора в виде соединения состава [Bi₆O₄(OH)₄](NO₃)₆•H₂O с последующей обработкой 100 г основного ни-