

О ВЛИЯНИИ ЭНЕРГЕТИКИ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОДИНАМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА В СИСТЕМЕ «ЖЕЛЕЗО-КИСЛОРОД»

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*

Введение

В системе «железо-кислород» существует 6 фаз оксидов железа, обладающих различными структурами и физическими свойствами: α -Fe₂O₃ (гематит), β -Fe₂O₃, γ -Fe₂O₃ (маггемит), ϵ -Fe₂O₃, FeO и Fe₃O₄ (магнетит). Из них наибольший практический интерес вызывают фазы магнетита и ϵ -Fe₂O₃, в связи с их уникальными магнитными свойствами, а именно: частицы фазы ϵ -Fe₂O₃ обладают самым большим значением коэрцитивной силы среди всех известных оксидов металлов (~23 кЭ), в то время как частицы фазы магнетита обладают максимальным значением намагниченности насыщения среди ферритов при комнатной температуре. Однако, частицы эpsilon фазы, как известно, могут существовать только в наноразмерном состоянии [1], которое также является желательным и для магнетита, ввиду улучшения его физических свойств при уменьшении размеров частиц.

В данной работе для получения отмеченных выше фаз в нанодисперсном виде было предложено использовать способ прямого плазмодинамического синтеза. Произведена оценка влияния энергетических параметров рассматриваемой системы, основанной на коаксиальном магнитоплазменном ускорителе (КМПУ), на фазовый состав продуктов. К преимуществам этого метода можно отнести: высокую скорость синтеза, низкие затраты энергии и высокую скорость кристаллизации, что позволяет получать оксиды железа в наноразмерном виде.

Экспериментальная часть

Для исследования влияния энергетических параметров процесса на фазовый состав конечного продукта была проведена серия экспериментов по получению порошкообразного оксида железа при различных энергетических параметрах системы. Основные исходные и расчетные данные серии экспериментов, а также оценка количественно-фазового состава приведены в таблице 1. Изменение параметров энергетики процесса производилось путем варьирования величины зарядного напряжения $U_{зар}$ емкостного накопителя энергии. Стоит отметить, что значение $C_{зар}$ было выбрано одинаковым для того, чтобы время протекания процессов оставалось практически неизменным.

Порошки, полученные в результате проведенных экспериментов, были исследованы на рентгеновском дифрактометре Shimadzu модели XRD-7000S, методом рентгеновской дифрактометрии. Оценка количественно-фазового состава производилась в программной среде PowderCell. Полученные результаты позволили установить, что все продукты синтеза являются многофазными и состоят из 3 основных фаз: гематита, магнетита и эpsilon фазы.

Из таблицы 1 видна прямая зависимость между величинами средней мощности разряда $P_{ср}$, эрозии материала с поверхности электрода-ствола Δm и фазовым составом продуктов синтеза. Таким образом, увеличение средней мощности разряда $P_{ср}$ с 58,3 до 150,1 МВт приводит к значительному увеличению наработки материала Δm с 0,73 до 9 г. Так как значение $P_{ср}$

Таблица 1. Исходные и расчетные данные серии экспериментов

Исход. данные		Расчетные данные							
$U_{зар}$	$C_{зар}$	$W_{зар}$	W	$t_{имп}$	$P_{ср}$	Δm	Фазовый состав, % масс.		
кВ	мФ	кДж	кДж	мкс	МВт	г	ϵ -Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	α -Fe ₂ O ₃
2,5	14,4	45,0	24,2	415	58,3	0,73	13,0	76,5	10,5
3,0	14,4	64,8	47,8	436	109,6	4,30	32,0	26,0	42,0
3,5	14,4	88,2	66,8	445	150,1	9,00	62,0	17,0	21,0

возрастает, то можно заключить, что происходит повышение скорости ввода энергии в систему, которое приводит к увеличению скорости распыления материала. Повышение этого параметра увеличивает вероятность образования наноразмерных частиц, и в том числе частиц эpsilon фазы.

Это предположение подтверждается результатами оценки количественного фазового состава.

Список литературы

1. Sivkov A., Naiden E., Ivashutenko A., & Shanenkov I. (2016). *Plasma dynamic synthesis and obtaining ultrafine powders of iron oxides with*

Заключение

В итоге, согласно результатам серии проведенных экспериментов, можно заключить то, что при изменении средней мощности разряда P_{cp} при плазмодинамическом способе синтеза в системе, основанной на КМПУ, происходят значительные изменения фазового состава и массы продукта синтеза.

high content of ϵ -Fe₂O₃, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 405, 158–168.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПОРООБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КЕРАМИКИ С ПРОНИЦАЕМОЙ ПОРИСТОСТЬЮ

Е.В. Дьяконова, Н.А. Романенкова, К.С. Камышная
 Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.А. Хабас

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, habas@yandex.ru

Пористые керамические материалы могут быть получены разными методами. В зависимости от необходимой конфигурации пор применяются соответствующие порообразователи. Особое место среди тел с пористой структурой занимают проникаемопористые тела. Размер и распределение пор в керамике связаны с порообразующим агентом. Используются различные полностью или частично выгорающие порообразователи, в том числе кукурузная мука, крахмал и др. Для обеспечения сквозной пористости, образующейся в процессе спекания керамического материала, наиболее часто применяют выгорающие добавки с удлиненной, волокнистой или иглоподобной формой частиц, образующие при выгорании систему связанных проникающих пор. В качестве добавок целесообразно применять малозольные органические вещества, такие как карбамид или камфен [1, 2]. При этом перед введением в шихту для спекания порообразователь необходимо подготовить. Под подготовкой подразумевается перекристаллизация органического компонента для получения частиц необходимой формы.

В работе было проведено исследова-

ние процесса перекристаллизации карбамида с целью получения порообразователя с удлиненными иглообразными частицами, и изучение свойств керамики с таким порообразователем. Нами был предложен и реализован метод получения необходимой удлиненной формы частиц путем кристаллизации карбамида на плоской поверхности. Было применено три типа материала поверхности для кристаллизации: стекло, полированный металл и глазуванная керамика. Концентрированный раствор карбамида разливается на поверхность в количестве около 5 мл на 10 см². Процесс кристаллизации начина-

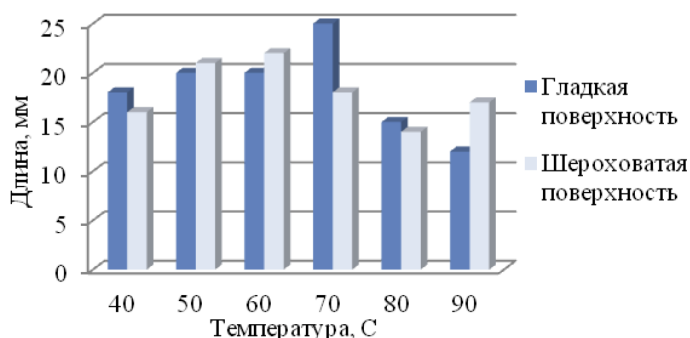


Рис. 1. Зависимость средней длины образующихся кристаллов от температуры и качества поверхности формирования (глазуванная керамика)