



ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В НАНОКОМПОЗИТАХ ТИПА Fe₂O₃@NdFeO₃

^{1,2}Егізбек К.Б., ^{1,2}Козловский А.Л.

¹Астанинский филиал Института ядерной физики, пр. Абылайхана, 2/1, 010008, Nur-Sultan, Kazakhstan

²Институт ядерной физики МЭ РК, Алматы, Казахстан

kozlovskiy.a@inp.kz
kemelin@mail.ru

Абстракт

Одним из перспективных направлений в современном материаловедении является синтез нанокристаллических перовскитов или перовскитоподобных структур, которые обладают уникальными магнитными, оптическими, структурными, электрическими свойствами. Так, к примеру, наноструктуры типа ортоферрита (RFeO₃, где R – Nd, Nb, Sm, La) нашли свое применение в качестве твердотопливных оксидных элементов, катализаторов, различных сенсоров и датчиков. Интерес к ним обусловлен широкими возможностями как практического применения, так и способов получения, которые позволяют с высокой точностью управлять структурными, морфологическими и магнитными свойствами. При этом орторомбическая симметрия структуры RFeO₃, позволяет получать уникальные магнитные переходы и взаимодействия между частицами, которые изменяются в результате внешних воздействий магнитного поля, что позволяет ими управлять. Целью данной работы является изучение влияния концентрации допанта Nd₂O₃ на фазовый состав, структурные и магнитные параметры нанокомпозитов типа Fe₂O₃@NdFeO₃, обладающих большими перспективами применения в качестве основы катализаторов для очистки водных сред от тяжелых металлов.

Результаты и обсуждение

С применением метода рентгенофазового анализа было установлено, что увеличение концентрации допанта приводит к формированию устойчивой фазы NdFeO₃, которая доминирует в структуре при концентрациях 0.4-0.5 моль. Изменение структурных параметров, а также плотности нанокомпозитов связано со структурными упорядочениями, возникающими в результате фазовых превращений и доминирования фазы NdFeO₃ в структуре. С помощью метода мессбауэровской спектроскопии было установлено, что величины сверхтонких магнитных параметров характерны для структуры гематита, при этом согласно полученным данным, наличие парамагнитных включений не наблюдалось. Результаты оценки эффективности очистки водных сред от марганца показали, что увеличение концентрации частиц с 0.001 г до 0.005 г приводит к увеличению эффективности абсорбции до 45-75 %, что свидетельствует о положительном эффекте абсорбции и степени очистки.

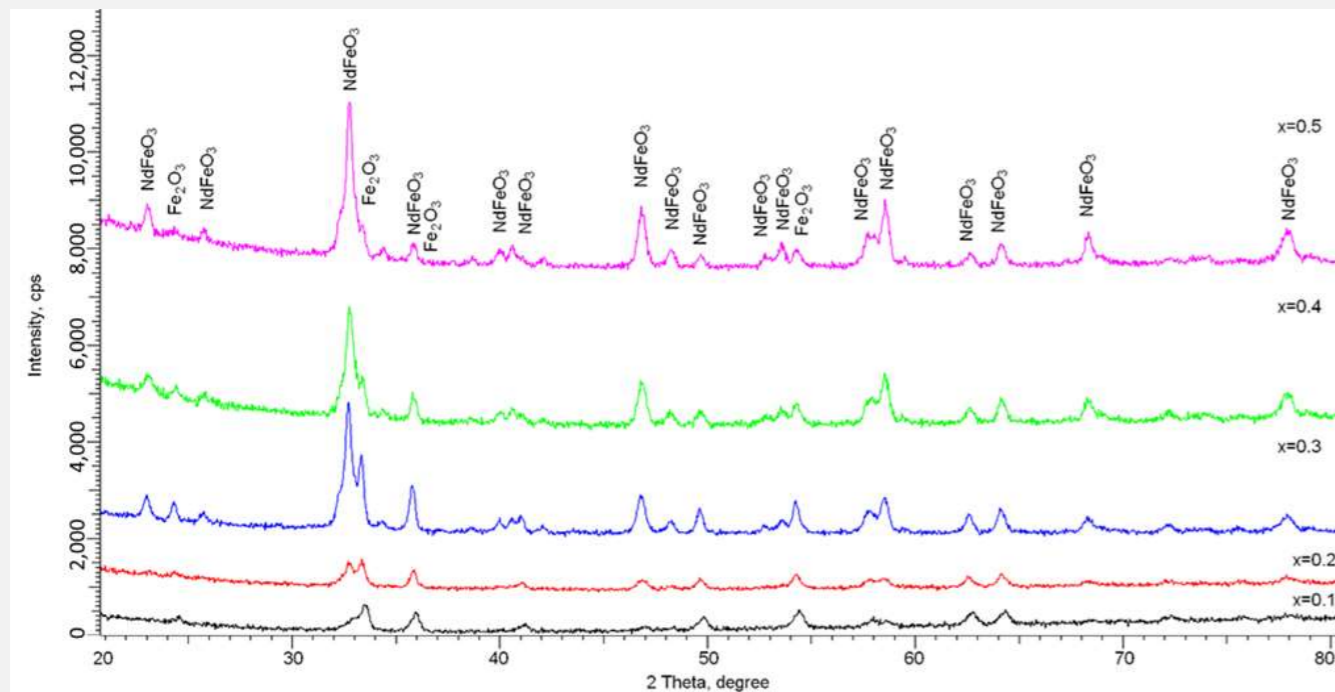


Рисунок 1. Рентгенограммы нанокмозитов Fe₂O₃/NdFeO₃ в зависимости от соотношения компонентов.

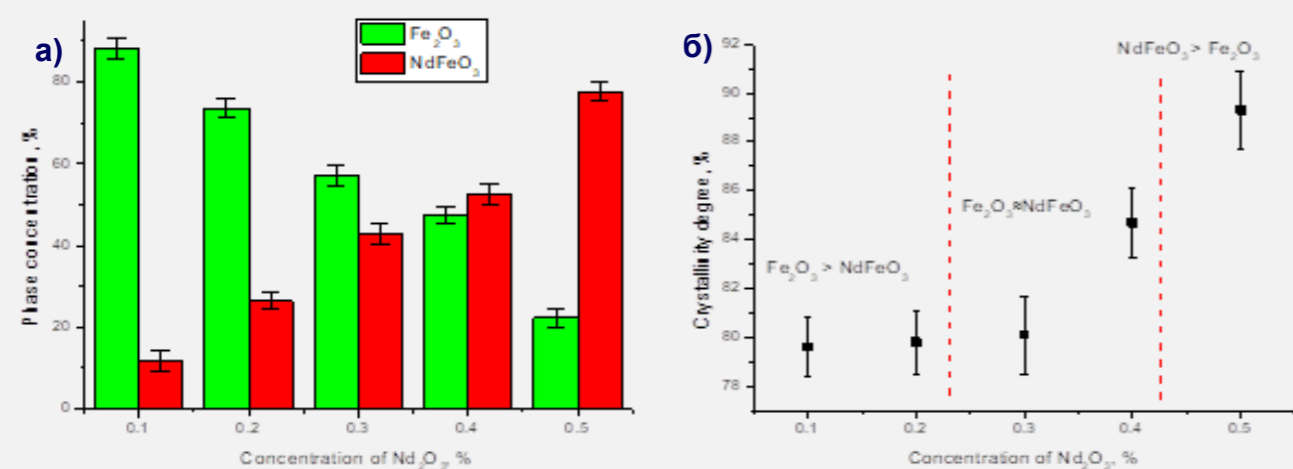


Рисунок 2. (а) Фазовая диаграмма нанокмозитов Fe₂O₃/NdFeO₃; (б) График изменения степени кристалличности нанокмозитов Fe₂O₃/NdFeO₃ в зависимости от содержания компонентов.

Фаза	Параметр кристаллической решетки				
	Концентрация Nd ₂ O ₃ в нанокмозитах				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
	A1	A2	A3	A4	A5
Fe ₂ O ₃ , Hexagonal, R-3c(167)	a = 4.9843 ± 0.0014 Å, c = 13.6853 ± 0.0016 Å, V = 294.43 Å ³	a = 4.9922 ± 0.0024 Å, b = 13.7017 ± 0.0015 Å, V = 295.73 Å ³	a = 4.9971 ± 0.0021 Å, c = 13.7259 ± 0.0015 Å, V = 296.83 Å ³	a = 5.0118 ± 0.0017 Å, c = 13.7744 ± 0.0021 Å, V = 299.22 Å ³	a = 5.0285 ± 0.0022 Å, c = 13.7744 ± 0.0015 Å, V = 301.63 Å ³
NdFeO ₃ , Orthorhombic, Pnma(62)	a = 5.5547 ± 0.0015 Å, b = 7.7391 ± 0.0014 Å, c = 5.4329 ± 0.0021 Å, V = 233.55 Å ³	a = 5.5459 ± 0.0016 Å, b = 7.7313 ± 0.0022 Å, c = 5.4168 ± 0.0027 Å, V = 232.25 Å ³	a = 5.5317 ± 0.0021 Å, b = 7.7089 ± 0.0024 Å, c = 5.4051 ± 0.0022 Å, V = 230.48 Å ³	a = 5.5198 ± 0.0022 Å, b = 7.6889 ± 0.0017 Å, c = 5.3934 ± 0.0024 Å, V = 228.90 Å ³	a = 5.5382 ± 0.0013 Å, b = 7.6745 ± 0.0012 Å, c = 5.3830 ± 0.0016 Å, V = 226.48 Å ³
Концентрация фаз, мас. %					
Fe ₂ O ₃ , Hexagonal, R-3c(167)	88.2 ± 2.5	73.6 ± 2.4	57.3 ± 2.4	47.3 ± 2.1	22.3 ± 2.3
NdFeO ₃ , Orthorhombic, Pnma(62)	11.8 ± 2.6	26.4 ± 2.1	42.7 ± 2.6	52.7 ± 2.5	77.7 ± 2.3

Таблица 1. Данные параметров кристаллической решетки

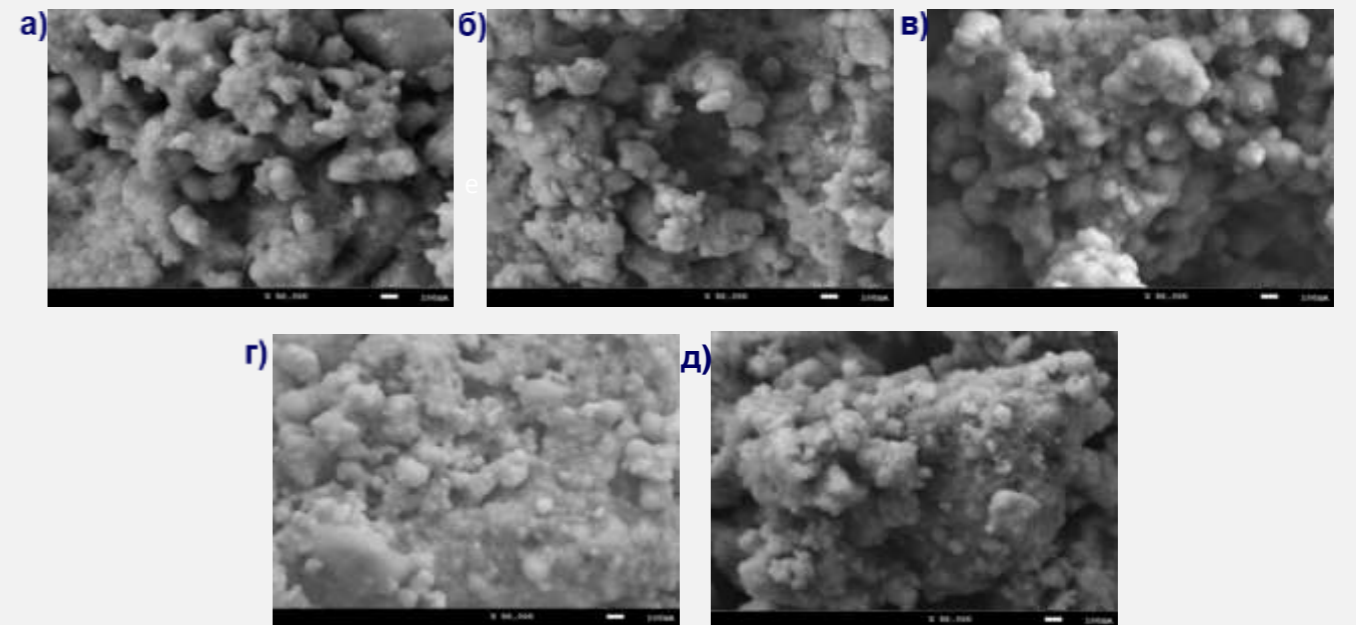


Рисунок 3. РЭМ-изображения исследуемых нанокмозитов Fe₂O₃/NdFeO₃

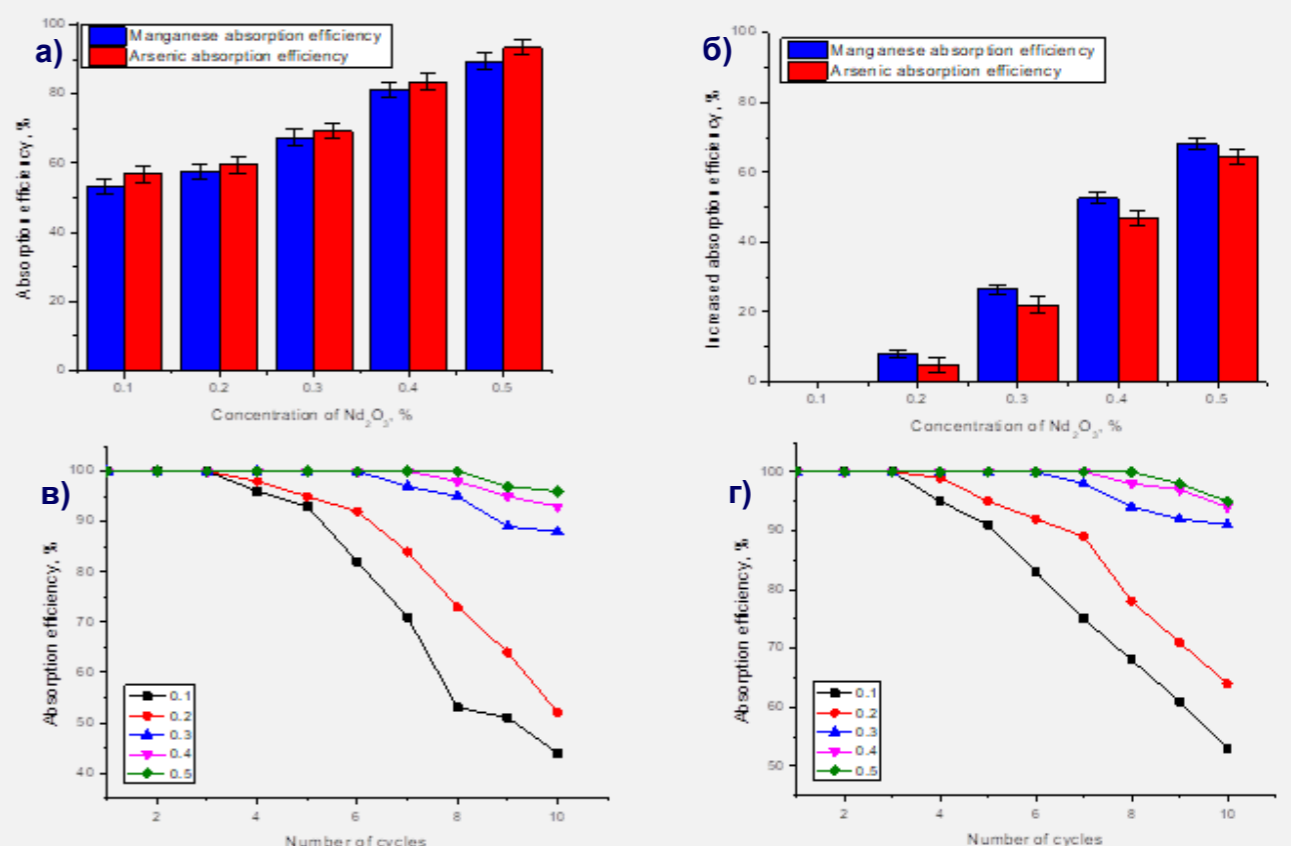


Рисунок 4. (а) Результаты эффективности поглощения марганца и мышьяка. (б) Эффективность абсорбции в зависимости от фазового состава. (v) Динамика эффективности абсорбции в зависимости от количества последовательных циклов очистки марганца. (г) Динамика эффективности абсорбции в зависимости от количества последовательных циклов очистки от мышьяка.

Заключение

В заключении, можно сделать вывод, что увеличение вклада NdFeO₃ приводит к увеличению степени структурного упорядочения, а также к незначительному изменению размера зерен.

Установлено, что увеличение содержания фазы NdFeO₃ в нанокмозитах приводит к повышению эффективности очистки водных сред на 30–35 %. В то же время для композитов с доминирующей фазой NdFeO₃ эффективность поглощения сохраняется в течение 7–8 последовательных циклов.