

УДК 539.87

DOI: 10.17223/00213411/64/3/168

*Е.Н. ЛЫСЕНКО, А.П. СУРЖИКОВ***ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ НА РЕАКТИВНОСТЬ РЕАГЕНТОВ
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЛИТИЕВЫХ ФЕРРИТОВ *****Ключевые слова:** Fe_2O_3 , Li_2CO_3 , Li -феррит, механическая активация, ТГ/ДСК-анализ.**Введение**

Ферриты широко используются в современных электронных устройствах, СВЧ-технике, в качестве катодных материалов литий-ионных аккумуляторов, газовых сенсорных датчиков и т.д. [1–3]. К основному способу получения ферритов относится керамический метод, основным этапом которого является твердофазный синтез ферритовых порошков микронного размера путем нагрева смеси исходных оксидов и карбонатов [4, 5]. Для завершения процесса ферритообразования требуется применение высокой температуры и длительных изотермических нагревов, особенно в случае синтеза сложных многокомпонентных ферритовых систем [6, 7].

В работах [8–10] показано, что увеличить скорость протекания реакции ферритообразования можно путем увеличения реактивности исходных реагентов. При этом применяется механический помол исходных оксидов в планетарной мельнице с использованием металлических шаров. Режимы обработки, включая среду помола, диаметр шаров, скорость вращения стакана с порошком влияют на формирование в обрабатываемом материале структурных изменений, включая уменьшение размера частиц и искажения. Эти структурные изменения определяют реакционную способность активированных ферритовых реагентов.

В работе [11] отмечено, что помол в планетарной мельнице смеси исходных реагентов из Fe_2O_3 и Li_2CO_3 (мольное соотношение компонентов в смеси 5:1, средний размер частиц 10 мкм) на воздухе при скорости вращения стаканов 2220 г/мин в течение 60 мин приводит к активированию порошков. Полученный эффект уменьшает температуру образования феррита лития $Li_{0.5}Fe_{2.5}O_4$ и сокращает время синтеза. Было предположено, что наблюдаемые изменения являются следствием одновременного уменьшения размера частиц исходных порошков и образования из них плотноупакованных агломератов. Все это приводит к увеличению поверхности контакта взаимодействия между Fe_2O_3 и Li_2CO_3 и, как следствие, к ускорению синтеза.

Цель настоящей работы – выяснить, что является наиболее значимым в увеличении реактивности реагентов – размер частиц исходных порошков или формирование плотноупакованных агломератов.

Для этого методом термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) проведено сравнительное исследование реакции образования феррита $Li_{0.5}Fe_{2.5}O_4$ в смеси исходных реагентов из Fe_2O_3 и Li_2CO_3 со средним размером частиц оксид железа 100 нм и смеси, подвергнутой обработке в планетарной мельнице.

Методика эксперимента

В работе исследовался литиевый феррит состава $Li_{0.5}Fe_{2.5}O_4$, для получения которого использовали промышленный порошок Li_2CO_3 (8.5 вес. %) и нанопорошок Fe_2O_3 (91.5 вес. %) со средним размером частиц 100 нм. Нанопорошок оксида железа был получен путем окисления на воздухе нанопорошка железа, изготовленного электровзрывным методом [12, 13].

Реакция образования феррита исследовалась путем нагрева до 800 °С смеси исходных порошков в термическом анализаторе Netzsch STA 449C Jupiter в воздушной атмосфере. Скорость нагрева составляла 5 °С/мин. Исследуемый порошок располагался в тигле из Al_2O_3 . ТГ- и ДСК-анализ полученных кривых осуществлялся с использованием программного обеспечения Proteus Analysis. В этих же экспериментах оценивалась температура Кюри на стадии охлаждения порошка. Для этого использовалось измерение в магнитном поле, которое создавалось путем присоединения двух постоянных магнитов с внешней стороны измерительной ячейки.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

На рис. 1 приведены результаты термического анализа для двух образцов с различной предысторией. Термический анализ образования феррита с использованием нанопорошка железа со средним размером частиц 100 нм (рис. 1, а) показал схожий результат с ранее исследованным образцом на основе Fe_2O_3 со сред-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 20-07-00662).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>