

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МЕХАНИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ НА ДИСПЕРСНОСТЬ
ПОРОШКА ЛИТИЕВОГО ФЕРРИТА**С.А. Ламонова, Е.Н. Лысенко, А.В. Малышев

Научный руководитель: зам. директора по научной работе ИНК, д.ф.-м.н. А.П. Суржиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: sal17@tpu.ru**INFLUENCE OF MECHANICAL MILLING CONDITIONS ON THE DISPERSITY OF LITHIUM
FERRITE POWDER**S.A. Lamonova, E.N. Lysenko, A.V. Malyshev

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.P. Surzhikov

National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenina ave., 30, 634050,

E-mail: sal17@tpu.ru

In this paper, the effect of mechanical milling in a planetary ball mills on dispersity of the synthesized lithium ferrite powder was investigated by laser diffraction technique. The mechanical milling of powder was carried out by two planetary ball mills: SPEX 8000M and Fritsch Pulverisette 5 for different times. The results showed that an increase in milling time leads to a slight decrease in the average particle size of the ferrite powder in case of using of both ball mills. However, only milling in a SPEX planetary mill leads to a higher homogeneity of the ferrite powder, while the milling in Fritsch causes the intensive processes of particle aggregation.

В современной керамической технологии изготовления ферритовых материалов операциям предварительной механообработки в шаровых планетарных мельницах уделяется большое значение. Именно при такой обработке происходит измельчение и гомогенизация порошков, а также происходит механическая активация исходных реагентов, приводящая к стимуляции физико-химических процессов в порошковых материалах [1]. Так, в работах [2-5] показано, что механическая активация исходных реагентов значительно увеличивает их реакционную способность и делает возможным получение литиевых ферритов при значительно более низких температурах по сравнению с традиционным методом. Также ранее было установлено [6], что включение операции механической активации в технологический цикл получения керамики из синтезированных порошков приводит к получению литиевой ферритовой керамики с более высокой плотностью.

В данной работе исследовано влияние длительности механической обработки в шаровых планетарных мельницах различных типов на дисперсность синтезированного порошка литиевого феррита.

Приготовление образцов литиевого феррита LiFe_5O_8 осуществлялось по стандартной керамической технологии из исходных реагентов карбоната лития Li_2CO_3 и оксида железа Fe_2O_3 в пропорции 1:5. Полученный порошок был разделен на две партии. Измельчение порошка из первой партии (образцы А) проводилось в сухом виде на мельнице SPEX 8000M с использованием шаров из карбида вольфрама. Продолжительность измельчения составляла 30, 60 и 120 минут. После каждого этапа измельчения

«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

проводился анализ размера частиц методом лазерной дифракции на анализаторе Fritsch Analysette 22 MicroTec Plus. Помол литиевого феррита из второй партии (образцы Б) производился на мельнице Fritsch Pulverisette 5 с шарами из карбида вольфрама в течение 60 минут.

На рисунке 1 представлено дифференциальное и интегральное распределение частиц по размерам для литиевого феррита из первой партии. Для порошка наблюдается узкое мономодальное распределение частиц по размерам. В таблице 1 представлены характеристики распределений частиц по размеру. Результаты показали, что с увеличением времени помола уменьшается средний размер частиц и увеличивается гомогенность ферритового порошка.

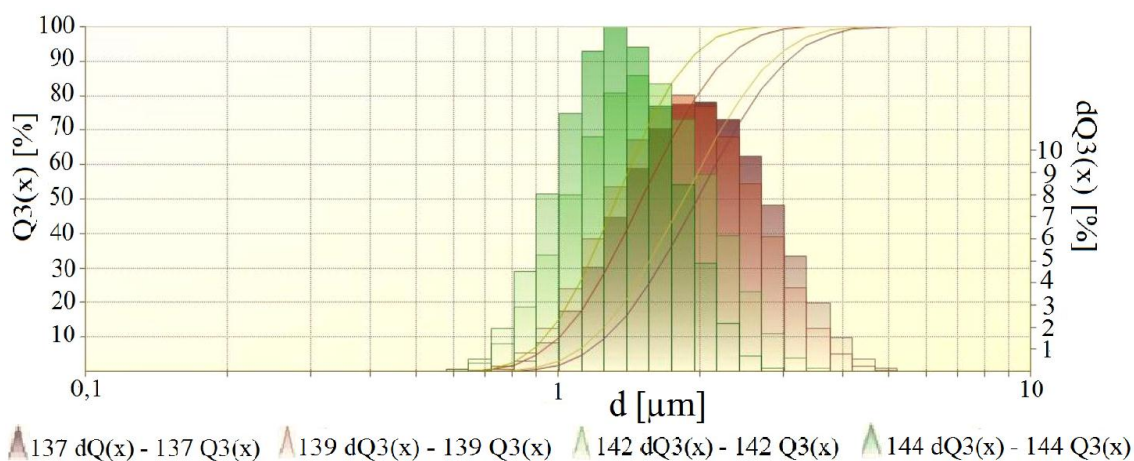


Рис. 1. Дифференциальное и интегральное распределение частиц по размерам для образцов А: исходный образец обозначен красным цветом, коричневым, бежевым и зеленым - помол в течение 30, 60 и 120 минут, соответственно.

Таблица 1

Распределение частиц по размеру для образцов А.

Образец	D_{10} , мкм	D_{50} , мкм	D_{90} , мкм	$(D_{90} - D_{10})/D_{50}$
Исходный образец	$1,28 \pm 0,02$	$1,95 \pm 0,02$	$3,00 \pm 0,10$	0,88
Помол в течение 30 минут	$1,13 \pm 0,09$	$1,80 \pm 0,06$	$2,88 \pm 0,04$	0,97
Помол в течение 60 минут	$1,00 \pm 0,01$	$1,54 \pm 0,05$	$2,38 \pm 0,18$	0,89
Помол в течение 120 минут	$1,90 \pm 0,05$	$1,32 \pm 0,02$	$1,91 \pm 0,03$	0,77

Для образцов Б литиевого феррита также было построено дифференциальное и интегральное распределение частиц по размерам и произведено сравнение с образцами, измельченными в мельнице SPEX 8000M (рис. 2, табл. 2). Из представленных данных видно, что при измельчении в мельнице Fritsch Pulverisette 5 идут как процессы измельчения, так и более интенсивные процессы агрегации частиц.

Таким образом, результаты исследования показали, что механическое измельчение литиевого ферритового порошка в сухом виде в воздушной атмосфере при комнатной температуре приводит к незначительному уменьшению размеров частиц. При этом, оптимальными условиями для получения гомогенного по составу порошка литиевого феррита являются: использование механического измельчения в планетарной мельнице SPEX 8000M; время механообработки не менее 2 часов.

Полученные таким образом порошки в дальнейшем могут быть использованы для спекания литиевой ферритовой керамики.

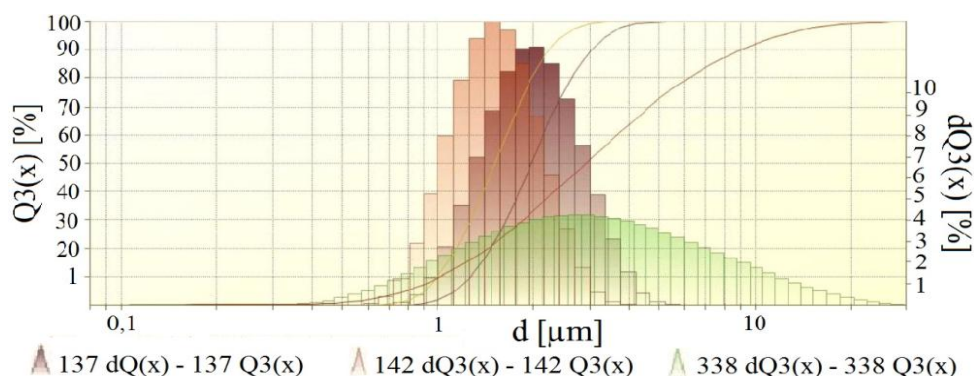


Рис. 2. Дифференциальное и интегральное распределение частиц по размерам для образцов Б: красным цветом обозначен исходный образец, зеленым - помол в мельнице Fritsch Pulverisette 5, бежевым - помол в мельнице SPEX 8000M.

Таблица 2

Распределение частиц по размеру для образцов Б.

Образец	D_{10} , мкм	D_{50} , мкм	D_{90} , мкм	$(D_{90} - D_{10})/D_{50}$
Исходный образец	$1,28 \pm 0,02$	$1,95 \pm 0,02$	$3,00 \pm 0,10$	0,88
Образец после помола в мельнице Fritsch Pulverisette 5	$1,02 \pm 0,01$	$2,89 \pm 0,06$	$8,88 \pm 0,13$	2,72
Образец после помола в мельнице SPEX 8000M	$1,00 \pm 0,01$	$1,54 \pm 0,05$	$2,38 \pm 0,18$	0,89

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зырянов В.В. Механохимический синтез сложных оксидов // Успехи химии. – 2008. – Т.77 – №2. С. 107–136.
2. Berbenni V., Marini A., Matteazzi P., Ricceri R., Welham N.J. Solid-state formation of lithium ferrites from mechanically activated $\text{Li}_2\text{CO}_3\text{--Fe}_2\text{O}_3$ mixtures // Journal European Ceramic Society – 2003. – V.23. – P. 527–536.
3. Surzhikov A.P., Lysenko E.N., Malyshev A.V., Vasiljeva O.G., Pritulov A.M. Influence of mechanical activation of initial reagents on synthesis of lithium ferrite // Russian Physics Journal. – 2012. – V.6. – P.672–677.
4. Kavanlooe M., Hashemi B., Maleki-Ghaleh H. Effect of annealing on phase evolution, microstructure, and magnetic properties of nanocrystalline ball-milled LiZnTi ferrite // Journal Electronic materials. – 2012. – V.41. – P. 3082–3086.
5. Widatallah H.M., Johnson C., Berry F.J. The influence of ball milling subsequent calcination on the formation of LiFeO_2 // Journal Materials science. – 2002. – V.37. – P. 4621–4625.
6. Суржигов А.П., Франгульян Т.С., Гынгазов С.А., Лысенко Е.Н., Гальцева О.В. Исследование электропроводности пентаферрита лития // Известия вузов. Физика. – 2006. – Т.49 – №5. С. 48–51.