

растворов металлофосфатов. В данной работе исследовано влияние СВЧ обработки (мощности излучения, времени спекания образцов) на физико-химические характеристики материалов на основе твердых связующих. Установлено, что применение микроволнового излучения позволяет получать ТТМ с необходимыми свойствами при значительном сокращении как потребления энергии, так и времени обработки материалов.

References

1. И. А. Рахманова [и др.]. Вестник ТГАСУ (2013) 2 : 257.
2. А. Н. Кудлаш [и др.]. Сб. ст. Свиридовские чтения (2004) 1 : 120.
3. К. Н. Лапко [и др.]. ALIT inform. (2015) 39 : 1.
4. Т.Н. Шульга[и др.]. Известия СПбГТИ (ТУ) (2017) 38 : 95.
5. K.N. Lapko [et al.]. Proceedings of ISIPM-7, Chicago, USA (2011) : 256.

Синтез, структурные и электрохимические особенности гексацианоферратов 3d-металлов, допированных магнием

А. В. Лаптенкова, А. А. Селютин

Институт химии, Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия, *e-mail: laptenkova15@gmail.com*

Развитие областей энергетики, основанных на возобновляемых источниках энергии, таких как энергия солнца, ветра, прилива и отлива, увеличивает потребность в системах хранения энергии.

Наиболее распространенными системами аккумулирования энергии являются литий-ионные батареи, которые обладают большой мощностью, высокой эффективностью циклирования. Несмотря на все достоинства, использование таких систем в крупномасштабных стационарных устройствах хранения энергии затруднено по нескольким причинам. В первую очередь стоимость литиевых аккумуляторов достаточно велика из-за ограниченного содержания лития в земной коре [1]. Кроме того, необходимость использования органических электролитов делает производство литиевых батарей пожароопасным и вредным для экологии. Эти проблемы можно решить, заменив литий на схожие по свойствам, но более доступные и менее активные натрий или магний (таблица). Преимущество магния заключается в двухзарядной природе иона, что должно благоприятно отразиться на таких энергетических характеристиках батарей, как например их емкость [2].

Гексацианоферраты 3d-металлов привлекли интерес ученых в роли перспективных катодных материалов для водных аккумуляторов [3, 4]. Структура соединений представляет собой трехмерную полимерную сетку, содержащую металлы различных степеней окисления в узлах кубической кристаллической решетки. На гранях куба расположены цианидные анионы (рис.). Металлы в узлах решетки обеспечивают жесткий каркас и высокую устойчивость соединений, а цианидные группы на гранях делают структуру открытой для интеркаляции положительно заряженных ионов. Размеры пустот в решетке позволяют размещать в них не только нейтральные молекулы воды, но и катионы щелочных и щелочноземельных элементов. Электрохимические характеристики катодных материалов, полученных на основе гексацианоферратов, зависят, в первую очередь, от размера частиц, а также присутствия в структуре молекул воды и катионов щелочных или щелочноземельных металлов [5].

Сравнение параметров катионов

	Литий	Магний	Натрий
Катионный радиус (Å)	0,76	0,72	0,97
Атомная масса (г/моль)	6,9	24,3	22,9
Потенциал (В, Н ⁺ /Н ₂)	-3,04	-2,37	-2,71
Заряд иона	+1	+2	+1

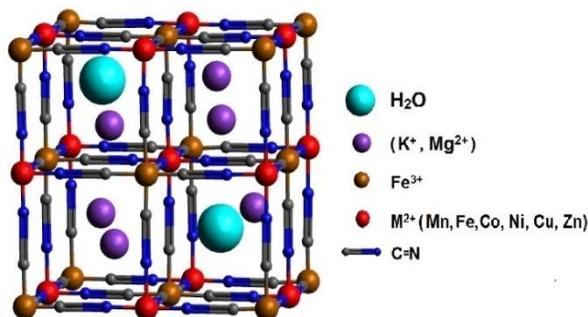


Рис. Структура гексацианоферратов 3d-металлов

Основным способом синтеза гексацианоферратов 3d-металлов является метод соосаждения из раствора. Данный метод позволяет получать частицы с высокой степенью кристалличности и заселенности кристаллографических позиций различными атомами [6]. Изменяя соотношение компонентов, можно варьировать размеры частиц, получающихся при синтезе [7].

В рамках данной работы был получен ряд новых гексацианоферратов 3d-металлов, допированных магнием. Предполагается, что введение в

состав соединений ионов магния благоприятно отразится на электрохимических характеристиках катодных материалов.

Химический анализ методом АЭС-ИСП позволил определить качественный и количественный элементный состав синтезированных соединений. ТГА показал наличие молекул воды в кристаллической структуре. Полученные образцы были охарактеризованы методами РФА с использованием методики обсчета по Ритвельду. Было установлено, что размеры кристаллитов не превышают 100 нм. Методом СЭМ изучен внешний вид кристаллитов. Особенности электрохимического поведения полученных катодных материалов на основе гексацианоферратов 3d-металлов исследованы гальваностатическими и вольтамперометрическими методами.

Список литературы

1. N. Yabuuchi. Chem. Rev. (2014) 114 : 11637.
2. M. Matthew [et al.]. Coord. Chem. Rev. (2015) 287 : 15.
3. R. Wang [et al.]. Nano Lett. (2013) 13 : 5748.
4. D. Yang [et al.]. Chem. Commun. (2015) 51 : 8181.
5. P. Nie [et al.]. J. Mater. Chem. A (2014) 2 : 5852.
6. P. Padigi [et al.]. Electrochim. Acta (2015) 166 : 32.
7. C. Li [et al.]. RSCAdv. (2014) 4 : 24955.

Мобильный кислород в слоистых никелатах перовскитного типа

Л. В. Махнач¹, А. Е. Усенко¹, И. М. Харламова²,
Л. С. Ивашкевич³, В. В. Паньков¹

¹Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: usenka@bsu.by

²Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси

³НИИ физико-химических проблем Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь

Слоистые никелаты перовскитного типа со структурой P/RS и $2P/RS$ (где P – слой перовскита, RS – слой каменной соли) применяют в качестве различных высокотемпературных электрохимических преобразователей, а также в мембранных реакторах благодаря смешанному типу проводимости – ионно-электронному [1]. Электротранспортные свойства никелатов, определяющие их широкое применение, обусловлены наличием мобильного кислорода, который выделяется в окружающую атмосферу при нагревании образцов и поглощается при их охлаждении. Концентрация такого кислорода и различные его виды существенно