Отзыв
на диссертационную работу
Рахимовой Айнуры Кайратовны «Микроволновой синтез, изучение структуры и электрохимических характеристик $LiFePO_4$ в качестве высокоэффективного катодного материала для литий-ионных батарей», представленную на соискание степени доктора философии PhD по специальности «6D072000 – Химическая технология неорганических веществ»

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами (запросами практики и развития науки и техники)

Современные социально-экономические и экологические тенденции в мире таковы, что поиск новых источников энергии приобретает особое значение для устойчивого развития общества. Одним из наиболее динамично развивающихся секторов промышленности является электронная промышленность, ежегодно рождающая все новые и новые устройства, предъявляющие особые требования к своему электропитанию. Неудивительно, что литиевые источники тока являются лидерами среди химических источников тока по скорости внедрения, т.к. именно они перспективны в плане возможности получения высоких энергетических характеристик. Исследователи активно работают над усовершенствованием основных компонентов литиевых батарей (катод, анод, электролит) и методами их синтеза. Данная работа посвящена усовершенствованию технологии синтеза катодного материала, в качестве которого выступает хорошо себя зарекомендовавший литий железо фосфат. $LiFePO_4$ синтезируется различными методами, однако большинство из них достаточно трудоемки и недешевы. В этом смысле достаточно интересен и перспективен микроволновой метод синтеза, рассмотренный в работе Рахимовой А.К. Хотя данный метод уже известен, однако пока он используется на уровне эмпирических закономерностей, поэтому диссертантом предпринята попытка нахождения некоторых теоретических предпосылок использования микроволнового абсорбера.

Работа выполнялась в рамках государственного грантового финансирования:

1) 4186/ГФ4 «Разработка способа получения нового катодного материала на основе допированного $LiFePO_4$, для литий-ионного аккумулятора из сырья Казахстана»;

2) «Разработка технологий синтеза активной массы и изготовление катода литий-ионного аккумулятора».

2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям (п.п. 2, 5, 6 «Правил присуждения ученых степеней»).

В работе получены следующие наиболее значимые научные результаты:

1. Предложена методика получения фосфатных прекурсоров Li_3PO_4 и $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$.

2. Определены оптимальные условия получения $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$, исследовано влияние pH и температуры электролита на осаждение $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$.

3. Определены оптимальные условия микроволнового синтеза получения $LiFePO_4$,, разработана лабораторная установка для получения $LiFePO_4$ на основе бытовой микроволновой печи.

4. Разработана новая методика определения температуры непосредственно во время СВЧ-синтеза.

5. Определено влияние на синтез микроволновых твердых и жидких абсорберов и найден наиболее оптимальный микроволновой абсорбер (вода).

6. Определены структурные и электрохимические характеристики полученного $LiFePO_4$. Получена емкость, близкая к теоретическому значению 170 мАч/г.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключений соискателя, сформулированных в диссертации.

Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата, выводов и заключений, сформулированных в диссертации, характеризуется, во-первых, правильной постановкой цели диссертационного исследования и поставленных перед диссертантом задач, решение которых обеспечивает достижение поставленной цели: определение оптимальных условий синтеза $LiFePO_4$ микроволновым методом, определение влияние различных абсорберов на синтез, определены структурные и электрохимические свойства.Получен катодный материал $LiFePO_4$ который имеет емкость близкую к теоритическому значению и может использоваться в качестве высокоэффективного катодного материала для ЛИА.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), выводов и заключений соискателя, сформулированных в диссертации.

Автором работы впервые разработаны оптимальные условия получения $LiFePO_4$ микроволновым методом из фосфатных прекурсоров, который обладает емкостью 170 мАч/г близкой к теоретическому значению. Также впервые предпринята попытка нахождения некоторых теоретических предпосылок использования микроволнового абсорбера.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов.

Докторант демонстрирует комплексный подход к решению поставленных задач, начиная с выбора объектов исследования, с последующим получением микроволновым методом $LiFePO_4$ с отличными емкостными и структурными характеристиками. Такой системный подход свидетельствует **о внутреннем единстве** полученных результатов и органичном сочетании всех разделов диссертационной работы, а также положений и выводов, сформулированных на их основе.

6 . Соответствие диссертации паспорту специальности.

Диссертационная работа Рахимовой А.К. соответствует паспорту технической специальности «6D072000 – Химическая технология неорганических веществ»,а именно формуле и области исследования специальности «6D072000 – Химическая технология неорганических веществ».

7.Направленность полученных соискателем результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической или прикладной задачи.

Данная работа является научным исследованием, в котором решаются как теоретические, так и технологические задачи. Усовершенствована технология микроволнового синтеза активной массы катодного материала $LiFePO_4$ с уникальной разветвленной морфологией. Емкостные характеристики полученного материала максимально приближаются к теоретически возможным (170мА. ч/кг), что, несомненно, делает их конкурентоспособной продукцией. Кроме того, рассмотрено влияние природы микроволновых твердых и жидких абсорберов и найден наиболее оптимальный микроволновой абсорбер (вода);

Подтверждение достаточной полноты публикации основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации.

Результаты выполненных исследований отражены в 8 научных работах, из них – одна статья в периодическом издании, индексируемом базой данных Web of Science; три статьи, в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан; трое тезисов докладов – в материалах республиканских и зарубежных международных научно-практических конференций и симпозиумов.

Соответствие диссертации предъявляемым требованиям раздела 2 «Правил присуждения ученых степеней» Комитета по надзору и аттестации в сфере образования и науки РК.

На основании вышеизложенного, считаю, что диссертационная работа Рахимовой Айнуры Кайратовны на тему «Микроволновой синтез, изучение структуры и электрохимических характеристик $LiFePO_4$ в качестве высокоэффективного катодного материала для литий-ионных батарей» представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072000 – Химическая технология неорганических веществ по актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям «Правил присуждения ученых степеней» Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН Республики Казахстан, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора философии PhD по специальности «6D072000 – Химическая технология неорганических веществ».

Отечественный научный консультант,
кандидат химических наук,
заведующий кафедрой аналитической, коллоидной химии и технологии КазНУ им. аль-Фараби **Галеева А.К.**

РАСТАЙМЫН
әл-Фараби атындағы ҚазҰУ ғылыми кадрларды даярлау және аттестаттау басқармасының Басшысы
ЗАВЕРЯЮ
Начальник управления подготовки и аттестации научных кадров КазНУ им. аль-Фараби
Р.Е. Кудайбергенова
«_____» _____ 20__ г.