**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего профессионального образования**

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

**Отчет о научно-исследовательской работе магистранта в 1 семестре 2017-2018 учебного года.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | |
| Фамилия И.О. магистранта |  | Коробов Д.Д. | | | | |
| Тематика магистерской диссертации |  | Разработка литиевых источников тока для электромобилей | | | | |
| Факультет  Кафедра |  | О «Естественнонаучный»  О1 «Экология и безопасность жизнедеятельности» | | | | |
| Шифр и наименование направления |  | Техносферная безопасность 20.04.01 | | | | |
| Наименование магистерской программы |  | Инженерная защита окружающей среды | | | | |
| Руководитель магистерской программы |  | Иванов Н.И. д.т.н., проф. | | | | |
| Научный руководитель магистранта |  | Патрушева Т.Н. д.т.н., проф. | | | | |
| Дата зачисления |  | 18.08.2017 |  | Группа |  | О1М31 |

**Актуальность**

Литий-ионные аккумуляторы – интенсивно развивающееся направление автономной энергетики. В настоящее время безопасное для окружающей среды сохранение энергии в перезаряжаемых литий-ионных аккумуляторах приобретает огромную важность в связи с быстро растущим числом электронных устройств, таких как мобильные телефоны, ноутбуки и цифровые фотоаппараты. Литий-ионный аккумулятор рассматривается как одно из наиболее перспективных устройств для хранения энергии для питания автономных приборов нового поколения (например, **электромобилей и гибридных авто**).

**Перспективный катодный материал LiFePO4**

Начиная с первой работы Гуденафа и сотр. 1997 г., LiFePO4 со структурой оливина рассматривается как перспективный кандидат для катодов литиевых аккумуляторов, благодаря его хорошим эксплуатационным характеристикам.

От традиционных материалов положительных электродов LiFePO4 выгодно отличается :

* гораздо меньшей стоимостью,
* практической нетоксичностью,
* высокой емкостью запасенной энергии,
* термо- и электрохимической устойчивостью.
* большая удельная емкость.

**Цель и задачи исследований**

Цель работы – исследование возможности повышения эффективности Li-ионных аккумуляторов с получением перспективного катодного материала Fe-Li-P-O новым экстракционно-пиролитическим методом.

Задачи 1 этапа

1. Ознакомление с информацией по литиевым источникам тока

2. Получение растворимых прекурсоров для катодных материалов

1. Исследование зависимости выхода фосфор-железо-оксидного материала от времени экстракции
2. Синтез фосфор-железо-оксидных материалов с различным содержанием фосфора

**Методы решения поставленных задач**

Одно из перспективных направлений улучшения характеристик катодных материалов связано с применением нанотехнологий при синтезе катодных материалов.

К нанотехнологиям можно отнести **растворные методы,** которые позволяют снизить температурные и временные параметры синтеза сложнооксидных материалов.

Более низкая температура благоприятна для измельчения кристаллитов и увеличения удельной поверхности, что вероятно, повысит активность катодных материалов.

**Экстракционно-пиролитический метод**

Данным методом решается вопрос создания функциональных материалов является метод получения однородных простых и сложнооксидных материалов в виде порошков и тонких пленок из растворов экстрактов металлов, которые смешиваются в требуемых соотношениях  
 Электрохимические характеристики материала, полученного при отжиге пасты при 550 °С в течение 1-1,5 часа соизмеримы, а в ряде случаев превосходят характеристики аналогичных матреиалов

ЭП методом были получены гомогенные порошки активных катодных материалов.

**Модифицирование ЭП-метода**

Экстракцию проводили в течение 1, 5 и 15 минут.

5 мл органического экстракта выпаривали в керамическом тигле для образования твердой пасты под колпаком, заполненным сверху адсорбентом.

Далее пасту отжигали при 500-550 С с удалением органической составляющей и углерода до образования неорганического порошка Fe-P-O.

**Иссследование влияния времени экстракции на выход Fe-P-O**

Экстракцию проводили в течение 1, 5 и 15 минут.

5 мл органического экстракта выпаривали в керамическом тегле дл образования твердой пасты под колпаком, заполненным сверху адсорбентом.

Далее пасту отжигали при 500-550 С с удалением органической составляющей и углерода до образования неорганического порошка Fe-P-O.

**Приготовление рабочих растворов**

1. Приготовление 1М раствора FeCl3:
2. Для получения 10 мл 0,5 М экстракта железа потребуется 10 мл экстрагента ди2эгфк.
3. Количество раствора FeCl3 рассчитано как
4. л **3 М** ди2эгфк = х мл **1М** FeCl3 х = 30 мл
5. Перемешивание осуществляли в течение 1 - 15 мин.
6. После отделения водной фазы органический экстракт фильтровали через бумажный фильтр для отделения от твердых включений.

**Получение Fe-P-O с различным содержанием фосфора**

* Из литературных данных известно, что соединение FeLiO не показывает многообещающих катодных свойств в перезаряжаемых литиевых ячейках
* Введение фосфора значительно улучшает электродные характеристики этого материала.
* Однако, нет исследований влияния количество фосфора на эффективность катодного материала.
* ЭП-пиролитический метод позволяет варьировать содерджание фосфора в сложнооксидном материале Fe-Li-P-O/

**Приготовление растворов с различным соотношением Fe:P**

1M FeCl3 + 3М ди2ЭГФК → Fe(ди2ЭГФК)3

1. Для получения соотношения Fe:P= 1:3 было взято

30 мл 1M FeCl3 и 30 мл 3М ди2ЭГФК

В результате получен порошок FeLiP2O7.

2. Для получения соотношения Fe:P= 1:1 было взято

30 мл 1M FeCl3 и 10 мл 3М ди2ЭГФК

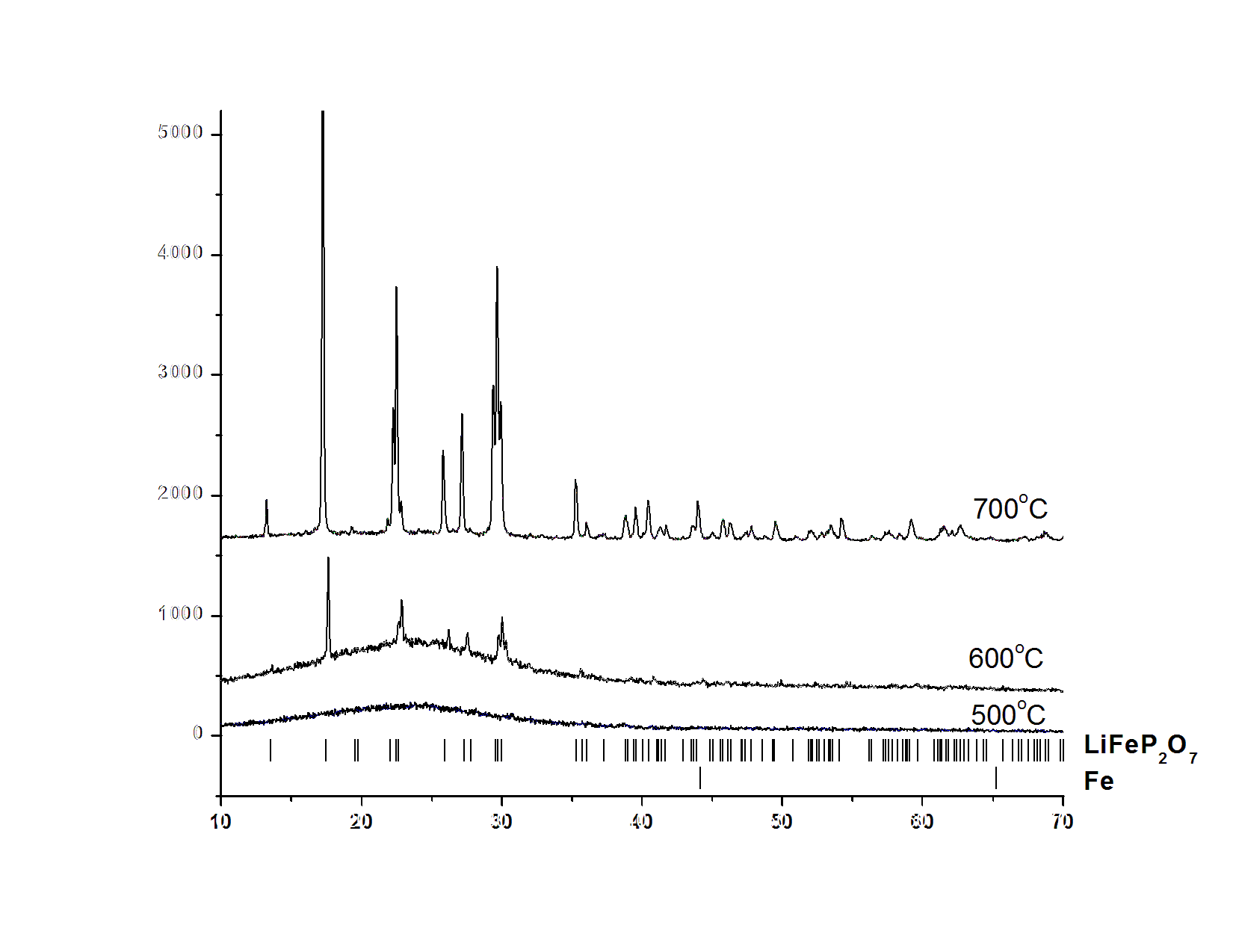
3. Для получения соотношения Fe:P= 2:1 было взято

60 мл 1M FeCl3 и 10 мл 3М ди2ЭГФК

4. Для получения соотношения Fe:P= 4:1 было взято

120 мл 1M FeCl3 и 10 мл 3М ди2ЭГФК

**Исследование структуры полученного ЭП-методом LiFeP2O7**



Рентгенограммы образца Li-Fe-P-O, полученного экстракционно-пиролитическим методом, и, отоженного при 500, 600 и 700 °С в течение 30 мин



Кристаллическая структура **LiFeP2O4**