

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Йе Ко Ко Хтун**
«Синтез порошков пентатитаната лития для литий-ионных аккумуляторов»
на соискание ученой степени кандидата химических наук
по специальности 2.6.8 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов

Исследования, связанные с совершенствованием составов и способов синтеза анодных материалов, используемых в перезаряжаемых литий-ионных аккумуляторах, являются **актуальными**. Это связано с возможностью значительного расширения областей применения таких аккумуляторов, так как используемые на данный момент графитовые электроды имеют ряд существенных недостатков. В качестве материала для анодов перезаряжаемых литий-ионных аккумуляторов в представленной работе предложено использовать пентатитанат лития, для чего рассмотрены способы совершенствования технологий его синтеза (в качестве которых выбраны твердофазный синтез из карбоната лития и рутила с предварительной механоактивацией и глицин-нитратный метод) для повышения удельной емкости и стабильности при циклировании.

Научная повизна работы состоит в следующем:

1) изучено влияние механоактивации смеси рутила и карбоната лития в планетарной мельнице Pulverisette-5 на их характеристики. Показано, что механоактивация сопровождается частичным разложением карбоната лития с выделением CO_2 , разупорядочением кристаллической решетки компонентов и накоплением дефектов;

2) впервые для второй стадии твердофазного синтеза пентатитаната лития изучены кинетические закономерности, подобрана математическая модель (уравнение Джонсона – Мела – Авраами) и определена энергия активации процесса (393 ± 20 кДж/моль);

3) установлено влияние длительности механоактивации смеси карбоната лития и рутила на характеристики анодного материала. Показано, что увеличение длительности с 1 до 60 мин способствует повышению содержания целевой фазы в материале и росту удельной ёмкости в 5 раз (до $170 \text{ мА} \cdot \text{ч/г}$ при $0,5\text{С}$). Дальнейшее увеличение длительности механоактивации приводит к вторичной агрегации порошков и снижению электрохимических характеристик;

4) впервые изучено влияние условий синтеза порошков пентатитаната лития модифицированным глицин-нитратным методом на их характеристики. Установлено, что синтезированные в оптимальных условиях порошки являются монофазными и обладают высокой удельной ёмкостью. Показано, что ёмкость материала во многом определяется его фазовым составом.

Практическая значимость заключается в установлении оптимальных режимов и условий синтеза монофазного пентатитаната лития твердофазным методом и модифицированным глицин-нитратным методом. В результате при оптимальных условиях получено два типа анодных материала:

1) образец $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, стабильно работающий при циклировании различными токовыми нагрузками ($170 \text{ мА} \cdot \text{ч/г}$ при $0,5\text{С}$ и $98 \text{ мА} \cdot \text{ч/г}$ при 10С), и рекомендованный для высокотокковых применений;

2) образец теоретического состава $\text{Li}_4\text{Ti}_{4,975}\text{Mn}_{0,025}\text{O}_{12}$, обладающий высокой удельной ёмкостью ($200 \text{ мА} \cdot \text{ч/г}$ при $0,5\text{С}$), и рекомендованный для низкотокковых применений.

Автор непосредственно принимал участие на всех этапах выполнения работы, от постановки и проведения экспериментов, анализов, и заканчивая участием в представлении на конференциях и подготовке к опубликованию полученных результатов. Проведён большой объем экспериментальных работ, рассмотрены физико-химические основы исследуемого процесса. Работа прошла апробацию на 7 конференциях различного уровня, по результатам работы опубликовано 10 печатных работ, включая 3 статьи в журналах, включенных в Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий,

рекомендованных ВАК. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, подобранный комплекс методов исследования позволяет достаточно полно оценить результаты проведенных экспериментов.

Имеются некоторые **вопросы и замечания** по автореферату:

1) некоторая неполнота в обозначениях на рисунках затрудняет восприятие информации; например, на первом графике на рисунке 3 было бы нагляднее подписать над ДТА-кривым соответствующие величины t_{MA} (хотя бы кривые, полученные для смесей с $t_{MA} = 1$ и 120 мин); на рисунке 2 одна из кривых не подписана;

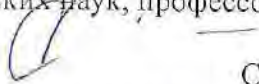
2) в тексте автореферата не указано, каким образом было выбрано соотношение $Li:Ti$ в шихте перед механообработкой;

3) каким образом было определено, что при увеличении $t_{MA} > 60$ мин образуются «более жесткие» агрегаты (с. 10)?

Отмеченные недостатки не снижают научную и практическую ценности проведенных исследований, работа по совокупности полученных знаний и решений имеет большую научную и практическую значимость.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.8 «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» и требованиям, установленным Положением о присуждении учёных степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор – **Йе Ко Ко Хтун** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата **химических наук по специальности 2.6.8 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.**

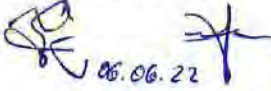
Профессор кафедры Химии и технологии материалов современной энергетики Северского технологического института – филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МИФИ», доктор технических наук, профессор


Софронов Владимир Леонидович

Контактная информация:

Северский технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МИФИ» (СТИ НИЯУ МИФИ)
636036, Томская обл., г. Северск, пр. Коммунистический 65
Тел.: +7 (3823) 780-218, e-mail: VLSofronov@mephi.ru

Доцент кафедры Химии и технологии материалов современной энергетики Северского технологического института – филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МИФИ», кандидат химических наук


Муслимова Александра Валерьевна

Контактная информация:

Северский технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МИФИ» (СТИ НИЯУ МИФИ)
636036, Томская обл., г. Северск, пр. Коммунистический 65
Тел.: +7 (3823) 780-183, e-mail: klameri@mail.ru

Подписи Софронова Владимира Леонидовича, Муслимовой Александры Валерьевны заверяю:

Заместитель руководителя по научной работе и международной деятельности
СТИ НИЯУ МИФИ


М.Д. Носков



06.06.2022