

## Отзыв

на автореферат диссертационной работы Подгорновой Ольги Андреевны «Синтез, структура и электрохимические свойства катодных материалов на основе  $\text{LiCoPO}_4$ », представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела

В настоящее время значительные усилия исследователей направлены на решение проблемы увеличения удельной энергии, мощности и длительности эксплуатации литий-ионных аккумуляторов, что важно для развития альтернативной энергетики, систем резервирования энергии, городского, индивидуального и коммунального электротранспорта. Одним из путей повышения удельной энергии аккумуляторов может быть использование в качестве активных материалов положительных электродов соединений, обладающих высокими электродными потенциалами, а материалов отрицательных электродов – металлического лития. Большой интерес в качестве активных материалов положительных электродов литий-ионных аккумуляторов вызывают литий кобальт фосфаты ( $\text{LiCoPO}_4$ ), характеризующиеся высокими значениями удельной емкости и энергии по сравнению с другими катодными материалами. Однако возможность их применения ограничена низкой электропроводностью. В связи с этим диссертационная работа Подгорновой О.А., посвященная исследованию влияния условий синтеза наноструктурированных высоковольтных катодных материалов на основе  $\text{LiCoPO}_4/\text{C}$ , влияния кристаллической структуры и морфологии на их электрохимические свойства, представляется нам *актуальной и практически значимой*.

**Научная новизна** работы заключается в том, что автором была разработана методика твердофазного синтеза катодных материалов на основе  $\text{LiCoPO}_4$  и исследовано влияние изовалентного допирования ионами  $\text{Fe}^{2+}$  на структуру, морфологию и электрохимические свойства  $\text{LiCoPO}_4$ . Подтверждено образование непрерывного ряда твердых растворов во всем диапазоне концентраций  $\text{LiCo}_{1-y}\text{Fe}_y\text{PO}_4$  ( $0 \leq y \leq 1$ ) и впервые установлено изменение механизма интеркаляции/деинтеркаляции ионов лития в  $\text{LiCo}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{PO}_4$  от двухфазного, характерного для чистых  $\text{LiCoPO}_4$  и  $\text{LiFePO}_4$ , на однофазный. Изучено влияние модифицирования  $\text{LiCoPO}_4$  ионами ванадия на его структуру, морфологию и электрохимические свойства, обнаружено образование композитов состава  $(1-y)\text{LiCoPO}_4/y\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$  во всем диапазоне концентраций ( $0 \leq y \leq 1$ ) и показано, что ионы ванадия в композитах находятся в смешанной степени окисления  $3+/4+$ .


**Практическая значимость работы** состоит в том, что синтезированные и изученные автором соединения на основе  $\text{LiCoPO}_4$ , допированного ионами железа и модифицированного ионами ванадия, могут быть использованы в качестве активных материалов положительных электродов высокоэнергоемких литий-ионных аккумуляторов.

К сожалению, в автореферате подробно не описаны условия проведения исследований электрохимических свойств полученных материалов, в частности, не указаны составы электродов, их поверхностная емкость, плотности зарядных и разрядных токов, не приведен состав электролита. Отсутствие этих сведений затрудняет анализ электрохимических свойств полученных материалов и их сопоставление со свойствами аналогичных материалов.

Полученные Подгорновой О.А. результаты характеризуются научной новизной и практической значимостью. Материал, представленный в диссертационной работе, в достаточной мере опубликован в печати и неоднократно докладывался на научных конференциях. Работа, посвященная влиянию допирования  $\text{LiCoPO}_4$  ионами железа  $2+$  на его структурные и электрохимические характеристики, удостоена диплома и премии им. А.Н. Фрумкина. Положения, вынесенные автором на защиту, верно отражены в основных выводах работы, сами выводы являются обоснованными и достоверными.

Считаем, что автор диссертации, Подгорнова О.А., заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – «Химия твердого тела».

Кандидат химических наук, доцент,  
старший научный сотрудник  
лаборатории электрохимии ФГБУН  
Уфимского института химии РАН

 Карасева Елена Владимировна  
28.09.2016

450054, г. Уфа  
пр. Октября, 71;  
тел. (347)235-58-00;  
[karaseva@anrb.ru](mailto:karaseva@anrb.ru)

Доктор химических наук, профес-  
сор, заведующий лабораторией  
электрохимии ФГБУН Уфимского  
института химии РАН



Колосницын Владимир Сергеевич  
28.09.2016

450054, г. Уфа  
пр. Октября, 71;  
тел. (347)235-58-00;  
[kolos@anrb.ru](mailto:kolos@anrb.ru)

*Подписи Карасевой Е.В. и Колосницына В.С. заверяю.*

Ученый секретарь ФГБУН Уфимского Института химии  
РАН доктор химических наук



Валеев Ф.А.