

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Ярославцева Сергея Андреевича "Мёссбауэровские исследования замещенных литиевых фосфатов железа на разных стадиях электрохимического циклирования", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Материалы на основе литиевого фосфата железа LiFePO_4 на данный момент являются одними из наиболее перспективных для использования в качестве катодного материала для литий-ионных аккумуляторов. Замещение атомов железа в структуре на другие металлы может улучшить ионную и электронную проводимости литиевого фосфата железа.

Метод мессбауэровской спектроскопии особенно эффективен при исследовании локальных состояний атомов железа, в том числе и в замещенных литиевых фосфатах железа. Знание локальных атомных состояний позволяет получить важную дополнительную информацию о физических процессах, протекающих в исследуемых материалах.

Диссертационная работа Ярославцева С.А. посвящена мессбауэровским исследованиям замещенных литиевых фосфатов железа на различных этапах электрохимического циклирования. Основной задачей Ярославцева С.А. было – методами мессбауэровской спектроскопии исследовать влияние атомного замещения на локальные состояния атомов Fe в литиевых фосфатах железа, допированных атомами Co, Ni, Mn и Mg, в зависимости от степени делитирования образцов. С этой целью Ярославцевым С.А. проведены необходимые мессбауэровские эксперименты при температурах выше и ниже температуры магнитного упорядочения исследуемых соединений. Обработка и анализ спектров осуществлена с помощью программы SpectrRelax, обладающей всеми необходимыми современными методами. На базе этой программы Ярославцевым С.А. предложен и реализован способ совместной обработки мессбауэровских спектров, полученных при различных температурах, позволяющий использовать взаимосвязи параметров этих спектров.

В результате проведенных исследований Ярославцев С.А. обнаружил вклады в мессбауэровские спектры от катионов Fe^{3+} с различным ближайшим катионным окружением и установил различия параметров их сверхтонких

взаимодействий. Впервые установил, что в случае допирования атомами переходных металлов Co, Ni и Mn, атомы допанта расположены по позициям неслучайным образом, а так, что в ближайшем катионном окружении атома Fe находится не более одного атома допанта. В своей диссертационной работе Ярославцев С.А. впервые установил формирование наноразмерных областей с повышенной концентрацией катионов Fe^{3+} , что проявляется в виде релаксационного поведения соответствующих парциальных спектров, при этом размеры этих областей увеличиваются в процессе делитирования. Им обнаружен также вклад в мессбауэровский спектр от катионов Fe^{2+} , находящихся на границе раздела литированной и делитированной фаз с большой площадью и сложной формой.

Одним из важных результатов диссертационной работы является то, что Ярославцеву С.А. удалось установить особенности процесса делитирования замещенных литиевых фосфатов железа, обусловленные особенностями морфологии образующихся фаз, которые не учитываются в часто применяемых моделях, описывающих этот процесс. Таким образом, требуется коррекция существующих моделей для описания процесса делитирования в подобных системах. Этот результат важен при разработке новых перспективных материалов для литий-ионных аккумуляторов.

Диссертационная работа Ярославцева С.А. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу по актуальной тематике. Результаты, полученные в диссертации, имеют научное и практическое значение, они не вызывают сомнений в их обоснованности и достоверности.

Результаты проведенных исследований вызывают интерес у специалистов из разных областей науки, в том числе мессбауэровской спектроскопии, кристаллохимии и электрохимии, чему свидетельствуют статьи, опубликованные в высокорейтинговых журналах. Результаты докладывались на многих международных конференциях. Всего по теме диссертационной работы Ярославцева С.А. опубликовано 5 статей, 3 из которых в журналах первой четверти, и 9 тезисов докладов конференций.

Выполнение диссертационной работы потребовало от Ярославцева С.А. специальных знаний в области мессбауэровской спектроскопии и физики конденсированного состояния вещества, а также навыков экспериментальных исследований и использования современных методов обработки и анализа мессбауэровских данных. Стоит отметить, что при

выполнении диссертационной работы Ярославцев С.А. принимал активное участие в совместных научных исследованиях с сотрудниками Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова и Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина.

В процессе работы над диссертацией Ярославцев С.А. проявил себя как ответственный, обладающий высокой научной квалификацией исследователь, способный самостоятельно формулировать и решать экспериментальные задачи, анализировать, интерпретировать и представлять полученные данные.

Считаю, что по объему полученных результатов, их научной и практической значимости и актуальности диссертация Ярославцева С.А. удовлетворяет требованиям Аттестационной комиссии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, а ее автор – Ярославцев Сергей Андреевич заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Профессор кафедры общей физики
физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
доктор физико-математических наук

В.С. Русаков

Подпись профессора В.С. Русакова заверяю

Ученый секретарь Ученого совета физического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова
профессор

В.А. Караваев