

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Макаровой И.П. «Структурные аспекты фазовых переходов в кристаллах-суперпротониках», представленной на соискание степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.18 – Кристаллография, физика кристаллов

Одной из наиболее актуальных областей физики конденсированного состояния является поиск новых функциональных материалов. Как можно судить по тексту автореферата диссертации Макаровой И.П., ею проведено очень объемное и важное исследование, как с точки зрения понимания физики возникновения суперпротонной проводимости, так и для будущих приложений в области создания новых топливных элементов. В этом заключается **практическая значимость** работы И.П.Макаровой. Кристаллы с водородными связями активно изучаются в качестве протонообменных мембран, о чем говорит множество публикаций в высокорейтинговых научных журналах. **Актуальность** и **научная новизна** диссертации И.П.Макаровой не вызывают сомнений.

В диссертационной работе Макаровой И.П. проведено комплексное исследование большого семейства кристаллов-суперпротоников $MmHn(AO_4)_{(m+n)/2} \cdot yH_2O$ ($M = K, Rb, Cs, NH_4$; $AO_4 = SO_4, SeO_4, HPO_4$) в широком интервале температур для установления связи структурных изменений и появления высокой протонной проводимости. Исследования показали, что в этих соединениях происходит серия фазовых переходов, в которых изменяется система водородных связей, что обуславливает изменения физико-химических свойств и, в частности, появление высокой протонной проводимости. Основным инструментом исследования, использованным в диссертационной работе, является дифракция рентгеновских лучей, выполненная как на лабораторных источниках, так и на синхротроне третьего поколения ESRF во Франции, и дополненная дифракцией нейтронов, электронной микроскопией, измерениями проводимости и другими физическими методами. Такой подход обеспечивает надежность полученных результатов и демонстрирует высокую квалификацию диссертанта.

В диссертационной работе получено много новых интересных результатов, демонстрирующих связь протонной проводимости с формированием структурных фаз в водородосодержащих кристаллах, обладающих разупорядочением водородных связей, их динамическим характером, степенью заселенности кристаллографических позиций, образованием каналов для перемещения ионов. Одним из наиболее интересных результатов является изучение композитных материалов на основе кристаллов системы $CsH_2PO_4 - CsHSO_4 - H_2O$, которые демонстрируют переход в состояние с высокой протонной проводимостью при температурах $T \approx 411$ и 409 К. Полученные соединения представляются особенно привлекательными для практических приложений.

По изложенному в автореферате материалу можно сделать заключение, что диссертационная работа Макаровой И.П. по своей актуальности, научной и практической значимости, новизне и достоверности полученных результатов соответствует всем требованиям раздела II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор И.П. Макарова заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.18 – кристаллография, физика кристаллов.

Овчинникова Елена Николаевна

Доктор физико-математических наук

Ученое звание: профессор

Должность: профессор

Организация: кафедра физики твердого тела физического факультета Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,

Почтовый адрес: 119991 Москва, Ленинские Горы, д.1, стр.2

Тел. 8-495-939-12-26;

E-mail: ovtchin@gmail.ru

Согласна на обработку персональных данных.

24.09.2018

Подпись д.ф.м.н., профессора Е.Н.Овчинниковой удостоверяю

