

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Беленькой Ирины Викторовны «Исследование строения и фазовых превращений в  $\text{SrCo}_{0.8-x}\text{Fe}_{0.2}\text{M}_x\text{O}_{3-\delta}$  ( $\text{M}=\text{Nb}, \text{Ta}; 0 \leq x \leq 0.1$ ) перовскитах со смешанной кислород-электронной проводимостью», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела.

Диссертационная работа Беленькой И.В. посвящена исследованию фазовых превращений и микроструктуры материалов, перспективных для создания кислород-проницаемых мембран, электродов для твердооксидных топливных элементов, газовых сенсоров и т.д. Учитывая, что эти материалы работают при повышенной температуре в различных газовых средах, и нагревание может приводить к фазовым, структурным и химическим изменениям вещества, актуальным является исследование стабильности фаз, особенно *in-situ* при повышенных температурах. Отметим также, что эффекты упорядочения кислородных вакансий на масштабах как ближнего, так и дальнего порядка оказывают значительное влияние на параметры электронного и ионного переноса. Работа, таким образом, представляет интерес как с научной, так и с практической точки зрения.

В работе исследовано строение и фазовые превращения в перовскитоподобных оксидах на основе сегнетоэластика  $\text{SrCo}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{2.5}$ , модифицированных ионами  $\text{Nb}^{5+}$  и  $\text{Ta}^{5+}$ . Получены детальные фазовые диаграммы “ $3-\delta - p\text{O}_2 - T$ ” для оксидов  $\text{SrCo}_{0.8-x}\text{Fe}_{0.2}\text{Nb}_x\text{O}_{3-\delta}$  ( $x=0.02; 0.05$ ) со смешанной кислород-электронной проводимостью, что необходимо при практическом использовании функциональных материалов на основе этих соединений. Впервые показано, что оксид  $\text{SrCo}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{2.5}$ , обладающий электронной проводимостью, является сегнетоэластиком: изменение симметрии при фазовом переходе перовскит-браунмиллерит приводит к образованию регулярной текстуры на основе  $90^\circ$  двойников, которые переориентируются под действием механической нагрузки. Установлено, что при некоторых условиях фазовый переход «перовскит-браунмиллерит» происходит с образованием промежуточной фазы, характеризующейся динамическим беспорядком в расположении тетраэдрических цепей.

С помощью различных физико-химических методов исследования изучено влияние допирования высокозарядными катионами  $\text{Nb}^{5+}$  и  $\text{Ta}^{5+}$  на динамику сегнетоэластичного фазового перехода «перовскит-браунмиллерит», а также на

строение высоко- и низкотемпературных фаз в  $\text{SrCo}_{0.8-x}\text{Fe}_{0.2}\text{M}_x\text{O}_{3-\delta}$  ( $\text{M}=\text{Ta}, \text{Nb}; 0 \leq x \leq 0.1$ ). Следует отметить, что на основании полученных данных автор предлагает классификацию СКЭП оксидов  $\text{SrCo}_{0.8-x}\text{Fe}_{0.2}\text{M}_x\text{O}_{3-\delta}$  ( $\text{M}=\text{Nb}, \text{Ta}$ ), основанную на близкой природе явлений сегнетоэлектричества и сегнетоэластичности. Данная гипотеза вызывает большой научный и практический интерес, поскольку открывает новые возможности для более глубокого понимания природы высокой кислородной подвижности СКЭП оксидов.

Результаты, полученные автором, являются новыми. Автор корректно использует известные научные методы исследования и интерпретации полученных результатов. Достоверность полученных данных обеспечивается использованием современного оборудования.

Автореферат ясно и логично изложен, завершён обобщающими выводами и детально иллюстрирован большим количеством рисунков.

В качестве небольшого замечания можно отметить: использование термина "сегнетоэластичный" вместо "сегнетоэластический".

Диссертационная работа Беленькой И.В. «Исследование строения и фазовых превращений в  $\text{SrCo}_{0.8-x}\text{Fe}_{0.2}\text{M}_x\text{O}_{3-\delta}$  ( $\text{M}=\text{Nb}, \text{Ta}; 0 \leq x \leq 0.1$ ) перовскитах со смешанной кислород-электронной проводимостью» является законченным научным исследованием на актуальную тему, полностью удовлетворяющим всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 02.00.21 – химия твердого тела. Беленькая И.В. заслуживает присвоения степени кандидата химических наук.

Главный научный сотрудник,  
д.ф.-м.н., профессор  
ФГБУН Институт автоматике  
и электрометрии СО РАН

ИАиЭ СО РАН, [www.iae.nsk.su](http://www.iae.nsk.su), [iae@iae.nsk.su](mailto:iae@iae.nsk.su)

630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 1,

Тел.: (383) 330-79-69

E-mail: [malinovsky@iae.nsk.su](mailto:malinovsky@iae.nsk.su)

Телефон: 8 (383) 330-90-48

Малиновский В. К.

Подпись Малиновского В.К. заверяю  
Учёный секретарь ФГБУН ИАиЭ СО РАН,  
д.т.н., с.н.с.

« 2 » декабря 2014 года



Михляев С. В.