



20 ноября 2014

Международный институт новых функциональных материалов в стеклах  
[www.lehigh.edu/imi](http://www.lehigh.edu/imi)  
Д-р Дмитро Савицкий, д-р наук  
Научный сотрудник  
Отдела материаловедения и инженерии  
Университет Лехай  
Адрес: Ист Пэйкер авеню 5, Безлехем, Пенсильвания  
180015 США  
Телефон: +1 6107584602  
E-mail: [dms411@lehigh.edu](mailto:dms411@lehigh.edu)  
[www.lehigh.edu/imi](http://www.lehigh.edu/imi)

### О Т З Ы В

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»** на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – Химия твердого тела

Интенсивный поиск и исследование оксидных материалов со смешанной кислородно-электронной проводимостью (СКЭП), которые бы обладали высокими транспортными свойствами и устойчивостью в восстановительных атмосферах, активно ведется во всем мире. Интерес к этим материалам вызван перспективами применения их в качестве кислород-проницаемых мембран в высокоэффективных электрохимических реакторах, а также в качестве селективных сорбентов и электродных материалов. Несмотря на большой объем работ, посвященных изучению транспортных свойств перовскитов на основе  $\text{SrCo}_{0.8-x}\text{Fe}_{0.2}\text{M}_x\text{O}_{3-\delta}$  ( $\text{M}=\text{Nb}, \text{Ta}, \text{W}, \text{Mo}$ ), в литературе отсутствуют систематические данные, позволяющие сформулировать научное обоснование допирования именно высокочargedными катионами. Таким образом, выбор темы диссертационной работы является актуальным и практически важным.

В диссертационной работе Беленькой И.В. для более глубокого понимания механизма влияния на функциональные свойства СКЭП оксидов  $\text{SrCo}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$  допирования катионами  $\text{Nb}^{5+}$  и  $\text{Ta}^{5+}$  предлагается рассмотреть сегнетоэластическую природу этих соединений. В работе впервые показано, что оксид  $\text{SrCo}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{2.5}$ , обладающий электронной проводимостью, является сегнетоэластиком, что позволяет по-новому рассмотреть механизмы кислородного транспорта в СКЭП оксидах, а также открывает возможность использования материалов на его основе в новых типах устройств.

Использование большого комплекса современных экспериментальных методов (рентгеновская дифракция, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, мёссбауэровская спектроскопия, хронопотенциометрические измерения и т.д.), в том числе измерения при

высоких температурах, несомненно, является сильной стороной представленной работы. Применение такого комплекса экспериментальных методов позволило автору успешно справиться с поставленной задачей, получить широкий спектр новых и значимых результатов о строении и фазовых превращениях в исследуемых материалах. Так, *in situ* высокотемпературное дифракционное исследование, впервые выполненное в изостехиометрическом режиме, позволило получить детальные фазовые диаграммы “3-δ-T-pO<sub>2</sub>” для исследуемых оксидов. С практической точки зрения, полученные результаты позволяют сформулировать требования для выбора ионов допанта для целенаправленной модификации функциональных свойств СКЭП оксидов, что крайне важно при практическом применении этих материалов.

Особо следует отметить предложенную в работе классификацию СКЭП оксидов SrCo<sub>0.8-x</sub>Fe<sub>0.2</sub>M<sub>x</sub>O<sub>3-δ</sub> (M=Nb, Ta), основанную на близкой природе явлений сегнетоэлектричества и сегнетоэластичности. Согласно этой классификации оксиды, характеризующиеся композиционным и зарядовым беспорядком, можно отнести к сегнетоэластичным релаксорам. В свою очередь, наличие доменов малых размеров и взаимодействие доменных стенок с точечными дефектами могут объяснить высокие транспортные свойства исследуемых материалов. Принадлежность оксидов SrCo<sub>0.8-x</sub>Fe<sub>0.2</sub>M<sub>x</sub>O<sub>3-δ</sub> (M=Nb, Ta) к классу сегнетоэластических релаксоров обсуждается в данной работе на уровне гипотезы. Однако эта гипотеза, определенно, представляет большой интерес и указывает направление дальнейших исследований.

Результаты диссертации представлены в большом списке работ, состоящем из 18 публикаций, в том числе, в 3 статьях в рецензируемых изданиях. Автореферат хорошо и полно иллюстрирован, приведено 10 рисунков, весь материал ясно и четко изложен.

Беленькая И.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук.

Д-р Дмитро Савицкий, д-р наук  
Научный сотрудник  
Отдела материаловедения и инженерии  
Международного института новых функциональных  
материалов в стеклах  
Университет Лехай  
Адрес: Ист Пэйкер авеню 5, Безлехем, Пенсильвания  
180015 США  
Телефон: +1 6107584602  
E-mail: [dms411@lehigh.edu](mailto:dms411@lehigh.edu)  
[www.lehigh.edu/imi](http://www.lehigh.edu/imi)

Перевод выполнила И.В. Беленькая

Перевод верен.

Ученый секретарь ИХТТМ СО РАН



Шахтшнейдер Т.П.