

математической экологии и популяционной генетике. Пушино: ОНТ НЦБ А СССР, 1980, с. 6-33.

5. Башкирцева И.А., Бояршинова П.В., Рязанова Т.В., Ряшко Л.Б. Анализ индуцированного шумом разрушения режимов сосуществования в популяционной системе «хищник–жертва» // Компьютерные исследования и моделирование 2016 Т. 8 № 4 с. 647–660.

6. Башкирцева И.А., Карпенко Л.В., Ряшко Л.Б. Анализ аттракторов стохастически возмущенной модели «хищник-жертва» // Изв. вузов «ПНД», т. 17, №2, 2009 с. 37-53.

7. Башкирцева И.А., Ряшко Л.Б. Метод квазипотенциала в исследовании локальной устойчивости предельных циклов к случайным возмущениям. // Изв. вузов. Прикл. нелинейная динамика, 2001 Т. 9. № 6. С. 104-114.

СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛОЖНООКСИДНЫХ ФАЗ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В СИСТЕМЕ GD-SR-CO-O

Батенькова А.С., Волкова Н.Е.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

an.batenkova@gmail.com, nadezhda.volkova@urfu.ru

Аннотация. Работа посвящена изучению кристаллической структуры, кислородной нестехиометрии, термических и электрических свойств сложных оксидов общего состава $Sr_{1-x}Gd_xCoO_{3-\delta}$ и $Sr_{2-y}Gd_yCoO_{4+\delta}$.

Ключевые слова: сложные оксиды, кристаллическая структура, электропроводность, термическое расширение, кислородная нестехиометрия.

CRYSTAL STRUCTURE AND PROPERTIES OF THE COMPLEX OXIDES IN THE Gd-Sr-Co-O SYSTEM

Batenkova A., Volkova N.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. This work is devoted to the study of crystal structure, oxygen nonstoichiometry, thermal and electrical properties of complex oxides of the general composition $Sr_{1-x}Gd_xCoO_{3-\delta}$ and $Sr_{2-y}Gd_yCoO_{4+\delta}$.

Key words: complex oxides, crystal structure, conductivity, thermal expansion, oxygen nonstoichiometry.

Исследование кристаллической структуры и физико-химических свойств оксидов, образующихся в системах Ln-Me-Me'-O (где Ln – лантанид, Me – щелочноземельный металл, Me' – 3-d металл) является актуальным, так как данные соединения обладают высоким магнитосопротивлением, сверхпроводимостью и каталитической активностью. Поэтому указанные оксиды находят применение в качестве электродов твёрдооксидных топливных элементов, кислородных мембран, катализаторов дожигания выхлопных газов и пр. [1, 2]. Это обуславливает интерес исследований, направленных на улучшение эксплуатационных характеристик данных соединений и поиск новых материалов.

Настоящая работа посвящена изучению определению кристаллической структуры и физико-химических свойств сложных оксидов $Sr_{1-x}Gd_xCoO_{3-\delta}$ и $Sr_{2-y}Gd_yCoO_{4+\delta}$.

Экспериментальные методики:

Синтез образцов для исследования осуществляли по глицерин-нитратной технологии. Для приготовления образцов использовались оксид самария Sm_2O_3 , карбонат кальция $SrCO_3$ (ч.д.а.), предварительно прокаленные для удаления адсорбированной влаги и газов, а также металлический кобальт, азотную кислоту и глицерин. Металлический кобальт получали восстановлением из его оксида при $600^\circ C$ в токе водорода. Заключительный отжиг проводили при $1100^\circ C$ на воздухе в течение 120 часов с промежуточными перетираниями в среде этилового спирта и последующим медленным охлаждением (скорость охлаждения $100^\circ/час$) до комнатной температуры.

Определение фазового состава образцов проводили на дифрактометре Shimadzu XRD-7000 (CuK_α -излучение, в интервале углов $2\Theta=20^\circ-90^\circ$, шагом $0.01^\circ-0.04^\circ$ и выдержкой в точке 2-10 секунд) при комнатной температуре на воздухе. Идентификацию фаз осуществляли при помощи картотеки ICDD. Уточнение структуры анализируемых образцов проводили методом полнопрофильного анализа Ритвелда с помощью программы Fullprof 2008.

Термогравиметрические исследования проводили на термовесах STA 409 PC фирмы Netzsch GmbH., в температурном интервале $25-1100^\circ C$ на воздухе в динамическом (скорость нагрева-охлаждения – 2 град/мин) режиме. Определение абсолютной величины кислородного дефицита проводили методами восстановления образцов в токе водорода и окислительно-восстановительного титрования. Восстановление проводили непосредственно в

ТГ установке ($\text{H}_2:\text{N}_2 = 90:10 \%$) в двух параллелях до исходных оксидов Sm_2O_3 , CaO и металлического кобальта Co .

Дихроматометрический метод определения абсолютного содержания кислорода основан на реакции окисления иона переходного металла дихроматом калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Навеску образца (~ 0.2 г) растворяли в 2М соляной кислоте с добавлением известного избытка соли Мора $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$, после чего не вошедшее в реакцию количество Fe^{2+} оттитровывали 0.1 н раствором дихромата калия.

Конечную точку титрования фиксировали потенциометрически на автоматическом титраторе Аквилон АТП-02.

Электротранспортные свойства образцов были изучены 4-х электродным методом на воздухе в интервале температур 25-1100°C. Измерения относительного расширения керамических брусков с увеличением температуры проводили на dilatометре DIL402 C фирмы Netzsch GmbH на воздухе в температурном интервале 25–1100°C со скоростью нагрева и охлаждения 5°/мин.

Результаты и их обсуждение:

Согласно данным РФА установлено, что однофазные сложные оксиды $\text{Sr}_{1-x}\text{Gd}_x\text{CoO}_{3-\delta}$ и $\text{Sr}_{2-y}\text{Gd}_y\text{CoO}_{4+\delta}$ образуются в интервалах составов $0.1 \leq x \leq 0.4$ и $0.8 \leq y \leq 1.2$ соответственно. Рентгенограммы всех однофазных оксидов описаны в рамках тетрагональной объемноцентрированной ячейке пространственной группы $I4/mmm$, что согласуется с данными [3, 4].

Из рентгеновских данных для $\text{Sr}_{1-x}\text{Gd}_x\text{CoO}_{3-\delta}$ ($0.1 \leq x \leq 0.4$) и $\text{Sr}_{2-y}\text{Gd}_y\text{CoO}_{4+\delta}$ ($0.8 \leq y \leq 1.2$) рассчитаны структурные параметры. Показано, что при увеличении концентрации ионов гадолиния наблюдается уменьшение параметров a и c элементарной ячейки, что связано с меньшим радиусом иона гадолиния по сравнению с ионом стронция.

Значения содержания кислорода и средней степени окисления кобальта в изученных образцах, приведенные к комнатной температуре, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Значения абсолютной кислородной нестехиометрии и средней степени окисления кобальта в оксидах $Sr_{1-x}Gd_xCoO_{3-\delta}$ ($x = 0.1 - 0.4$) и $Sr_{0.9}Gd_{1.1}CoO_{4+\delta}$ при 25°C на воздухе

Состав	3-δ	n_{Co}	Метод
$Sr_{0.9}Gd_{0.1}CoO_{3-\delta}$	2.58(4)	3.01	Дихроматометрическое титрование
$Sr_{0.8}Gd_{0.2}CoO_{3-\delta}$	2.63(4)	3.06	
$Sr_{0.7}Gd_{0.3}CoO_{3-\delta}$	2.69(4)	3.08	
$Sr_{0.6}Gd_{0.4}CoO_{3-\delta}$	2.75(1)	3.10	ТГ
Состав	4+δ	n_{Co}	Метод
$Sr_{0.9}Gd_{1.1}CoO_{4+\delta}$	4.08(4)	2.71	Дихроматометрическое титрование

Гетеровалентное замещение Sr^{2+} на Gd^{3+} препятствует образованию вакансий кислорода. Поэтому при увеличении содержания гадолиния величина δ уменьшается. Исходя из данных ТГА получены температурные зависимости содержания кислорода в образцах $Sr_{1-x}Gd_xCoO_{3-\delta}$ ($x = 0.1 - 0.4$), исходя из которой видно, что обмен кислородом с газовой фазой начинается при температуре выше температуры 400°C.

Образцы со структурой K_2NiF_4 являются сверхстехиометричными по кислороду. Исходя из данных ТГА установлено, что содержание кислорода во всех образцах мало зависит от температуры во всём исследуемом интервале.

Из литературных данных известно, что основным носителем заряда для оксидов со структурами перовскита и K_2NiF_4 являются электронные дырки, локализованные на атоме 3d-металла.

Для образцов $Sr_{1-x}Gd_xCoO_{3-\delta}$, электропроводность достигает максимального значения при 400°C, что соответствует температуре начала выхода кислорода в газовую фазу. Увеличение электропроводности на начальном участке связано с увеличением подвижности носителей заряда. Дальнейшее уменьшение электропроводности связано с увеличением числа кислородных вакансий при росте температуры, образование которых препятствует реакции диспропорционирования кобальта.

Зависимость общей электропроводности от температуры для образцов со структурой K_2NiF_4 приведена на рисунке 1.

1. Булатова, В.В. Лабораторные работы с применением серийно-выпускаемых технических устройств как средство формирования профессиональных компетенции будущих специалистов пожарной безопасности / В.В. Булатова, М.Г. Контобойцева // Новые образовательные технологии в ВУЗе: Материалы VI межвузовской учебно-методической конференции – Екатеринбург, 2013. – 110 с.

2. Ашеров, А.Т. Построение лабораторных работ по изучению педагогических технологий с опорой на структуру деятельности специалиста / А.Т. Ашеров, Г.И. Сашко // Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Донецк: ДИПО ППАПН Украины, 2002. – 136 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КУСОЧНО-ГЛАДКОЙ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ: ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ И СТОХАСТИЧЕСКИЙ СЛУЧАИ

Беляев А. В.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

belvaev.alexander1337@yandex.ru

Аннотация. В работе рассматривается одномерная модель нейронной активности, задаваемая кусочно-гладким отображением. Проводится классификация возможных режимов, анализируется существование аттракторов детерминированной модели и их устойчивость. Детально описываются бифуркации: гомоклиническая и столкновения с границей. Для стохастической модели, используя метод функций стохастической чувствительности, изучается чувствительность аттракторов к внешнему возмущению, а также на основе метода доверительных полос описываются индуцированные шумом стохастические феномены: переходы внутри аттрактора, переходы между аттракторами, генерация большеамплитудных колебаний, возникновение спайков. Изучаются статистические характеристики межспайковых интервалов.

Ключевые слова: модель Рутькова, кусочно-гладкое отображение, нейронная активность, гомоклиническая бифуркация, бифуркация столкновения с границей, стохастические возмущения, функция стохастической чувствительности, индуцированные шумом феномены, межспайковые интервалы.