

Касмамытов Нурбек Касмамытович – д.ф.-м.н., профессор
Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН КР
Ермолаев Ю.Н. – Казахский национальный технический университет,
И.В. Хромушкин – Институт ядерной физики
г.Алматы, Казахстан,

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКОГО ЦЕРАТА БАРИЯ ОБЛУЧЕННЫЕ ИОНАМИ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ

В настоящее время человечество интенсивно добывает органическое топливо для своих нужд и в ближайшие несколько десятилетий эти запасы закончатся, поэтому учеными разных стран ведутся интенсивные исследования по поиску у различных высокоэффективных, экологически чистых альтернативных источников энергии [1].

Одним из таких альтернативных источников энергии являются электрохимические генераторы тока (ЭХГ), которые имеют ряд эксплуатационных преимуществ. Они работают при низкой и комнатной температуре, бесшумно, без вредных выхлопных газов, эксплуатируются длительное время и выдерживают высокие перегрузки, их КПД растет с увеличением перегрузки. Принцип действия ЭХГ основан на прямом преобразовании энергии окисления водорода в электричество [2]. Недостатком ЭХГ является высокая себестоимость производимой электроэнергии, который является главным сдерживающим фактором их широкого использования в промышленности. Одним из направлений существенного снижения себестоимости производимой электроэнергии ЭХГ достигается повышением эффективности топливных элементов. Последнее реализуется путем использования твердофазных электролитов, которые обладают высокой протонной проводимостью и химической стабильностью, особенно по отношению к диоксиду углерода.

Важно отметить, что исследования посвященные разработкам различным вариациям составов и подборам материалов для электролитов, анодов и катодов ЭХГ, которые удовлетворяли бы требуемым физико-химическим свойствам, практически исчерпал себя. Такая ситуация привело к разработке нового подхода к разрешению данной проблемы с ЭХГ.

В работе [3,4] японскими исследователями было сделано предположение о возможности модификации протон-проводящих свойств перовскитных материалов АВО₃ посредством радиационного воздействия.

В настоящем докладе будут представлены результаты исследования намодифицированных перовскитных материалов типа АВО₃ допированных низковалентными катионами Nd³⁺, подвергнутые радиационному облучению тяжёлыми заряженными частицами.

Облучение тяжёлыми ионами проводили на ускорителе ДС-60 ИЯФ РК. В таблице 1. Приведены низко - и высокоэнергетические параметры облучения, а также пробеги ионов и повреждаемость, рассчитанные с использованием программы SRIM-2013 [5].

Таблица 1

Значения энергии облучаемых ионов и расчетные значения их пробегов, и образование вакансий повреждаемости

| Тип иона | Низкие энергии, кэВ | | | Высокие энергии, МэВ | | |
|----------|---------------------|-------------|----------------|----------------------|-------------|----------------|
| | Энергия ионов | Пробег, мкм | Вакансий / ион | Энергия ионов | Пробег, мкм | Вакансий / ион |
| Ne | 40 | 0,065 | 320 | 35 | 12,7 | 2700 |
| Ar | 100 | 0,080 | 800 | 70 | 13,2 | 8100 |
| Kr | 260 | 0,108 | 2500 | 147 | 15,3 | 31000 |

Будут обсуждены особенности воздействия облучения на частичное восстановление катиона в В-узлах решетки от V^{4+} до V^{3+} . Процесс такого восстановления связывается с образованием радиационных дефектов в виде кислородных вакансий исследуемом материале. Предполагается, что изменение валентности собственного катиона - «хозяина» должно исключить отрицательный вклад примесного иона-допанта в искажении решетки оксида и, по всей видимости, должна улучшить его проводящие свойства и стабильность.

В докладе будут представлены результаты комплексных исследований структуры и свойств керамики на основе церата бария $BaCe_{1-x}Nd_xO_{3-x/2}$, допированного неодимом ($x=0,1$), подвергнутые облучению тяжелыми ионами аргона и кислорода различных энергий. Облучение ионами аргона и кислорода выполнялось на ускорителе ДС-60 Института ядерной физики Республики Казахстан.

Отметим, что кристаллическая структура церата бария до и после облучения проводились современными методами исследования. В частности, с помощью дифрактометра X'PertPRO, локального сканирующего микроскопа (NT-MDT), растрового электронного микроскопа с микроанализатором JEOL JSM-6490. Помимо этого изучение состояния протонов, кислорода и углеродных примесей в облученном церате бария выполнено методом термодесорбционной спектроскопии на установке газовой выделения с радиочастотным масс-спектрометром MX-7304 и методом инфракрасной спектроскопии (ИК Фурье-спектрометр IA-Prestijje – 21).

В работе выявлены особенности изменения кристаллической структуры и состояние поверхности допированного церата бария под воздействием облучения. Показано, что облучение церата бария высоко энергетичными ионами аргона приводит к уменьшению концентрации подвижного кислорода в решетке с ростом дозы облучения, вплоть до полного его исчезновения. Показано, что распыление поверхности керамики при облучении тяжелыми ионами имеет фрагментарный характер, что может быть использовано для увеличения их удельной поверхности. На основе полученных результатов сделаны ряд заключений о перспективности использования радиационного модифицирования перовскитных ABO_3 структур для синтеза высокоэффективных протонных проводников электродных материалов применяемых в ЭХГ.

Литература:

1. **Тарасова, Н.А.** Электрохимия [Текст] Я.В. Филинкова, И.Е.Анимица // – 2013. – Т.49. – С.1.
2. Jae-Ywan Kim, Bun Tsuchiya, Tasuo Shikama. // Solid State Ionics - 2008.-v.179 - P.1182 -1186.
3. Bun Tsuchiya, Tasuo Shikama and other. //Solid State Ionics- 2008 - v.179.- P.909-912.
4. J.F.Ziegler, // the Stopping and Range of Ions in Matter [Text] // J.P. Biersack, M.D.Ziegler / - 2012. - 398 p.