



Д.А. Медведев, А.А. Мурашкина

**Современное состояние,
проблемы и перспективы
применения материалов
на основе церата бария**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК • УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ

Д.А. Медведев, А.А. Мурашкина

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ЦЕРАТА БАРИЯ**

ЕКАТЕРИНБУРГ
2015

УДК 544.6
ББК 24.57
М 42

Ответственный редактор
докт. хим. наук **О.В. Бушкова**

Рецензент
канд. хим. наук **В.П. Горелов**

Медведев Д.А., Мурашкина А.А.
М42 Современное состояние, проблемы и перспективы применения материалов на основе церата бария. – Екатеринбург: УрО РАН, 2015. – 244 с.

ISBN 978-5-7691-2426-6

В монографии систематизированы данные по получению, кристаллическим, физико-химическим и транспортным свойствам материалов на основе церата бария. Проанализирована тенденция развития новых функциональных материалов с точки зрения оптимизации их целевых свойств. Основное внимание уделяется методам получения порошков и газоплотной керамики, структурной и термодинамической стабильности, дефектной структуре и электрическим свойствам систем на основе церата бария, а также их термической и химической совместимости с компонентами электрохимических установок. Обосновывается их дальнейшее применение в твердооксидных устройствах различного типа.

Монография может быть полезна для широкого круга исследователей, занимающихся проблемами химии твердого тела и электрохимии, в частности специалистам в области твердооксидных протонных проводников.

УДК 544.6
ББК 24.57

ISBN 978-5-7691-2426-6

© ИВТЭ УрО РАН, 2015
© Медведев Д.А.,
Мурашкина А.А., 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список основных обозначений и сокращений.....	3
Введение	5
Список литературы	7
Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	10
Список литературы	16
Глава 2. ДЕФЕКТНАЯ СТРУКТУРА И ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ BaCeO_3	17
Список литературы	32
Глава 3. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ	35
3.1. Твердофазный метод	35
3.2. Химические методы	36
3.2.1. Соосаждение	37
3.2.2. Методы сжигания	41
3.3. Метода активного твердофазного спекания	47
3.3.1. CuO	50
3.3.2. CoO	54
3.3.3. NiO	56
3.3.4. ZnO	59
3.3.5. Влияние других спекающих добавок на свойства церата бария	63
3.4. Альтернативные методы	66
Список литературы	71
Глава 4. СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ BaCeO_3	77
4.1. Материалы на основе BaCeO_3 , допированные РЗЭ	77
4.2. Материалы на основе BaCeO_3 , допированные прочими элементами, помимо РЗЭ	83
4.3. Материалы на основе содопированного BaCeO_3	92
4.3.1. $\text{BaCe}_{1-x-y}\text{Ln}_x\text{Ln}'_y\text{O}_{3-\delta}$ (Ln, Ln' – редкоземельные элементы)	93
4.3.2. $\text{BaCe}_{1-x-y}\text{Ln}_x\text{In}_y\text{O}_{3-\delta}$ (Ln – редкоземельный элемент)	97
4.3.3. $\text{BaCe}_{1-x-y}\text{Ln}_x\text{Nb}_y\text{O}_{3-\delta}$ (Ln – редкоземельный элемент)	100
4.3.4. $\text{BaCe}_{1-x-y}\text{Ln}_x\text{Sn}_y\text{O}_{3-\delta}$ (Ln – редкоземельный элемент)	106
4.3.5. $\text{BaCe}_{1-x-y}\text{Y}_x\text{Ti}_y\text{O}_{3-\delta}$	109
4.3.6. $\text{BaCe}_{1-x-y}\text{Y}_x\text{M}_y\text{O}_{3-\delta}$ (M = Ta, Bi)	114
4.3.7. $\text{Ba}_{1-x}\text{M}_x\text{Ce}_{1-y}\text{Ln}_y\text{O}_{3-\delta}$ (M = K, Ca, Sr, Ln – редкоземельный элемент)	118
4.3.8. $\text{BaCe}_{1-x-y}\text{Ln}_x\text{M}_y\text{O}_{3-\delta}$ (Ln – редкоземельный элемент, M – 3d-элементы)	126
4.3.9. Анионное содопирование BaCeO_3	134
4.4. Системы на основе BaCeO_3 – BaZrO_3	136
4.4.1. $\text{BaCe}_{1-x-y}\text{Zr}_x\text{M}_y\text{O}_{3-\delta}$ (M = Nd, Gd, Sm, Er)	139

4.4.2. $\text{BaCe}_{1-x-y}\text{Zr}_x\text{Y}_y\text{O}_{3-\delta}$	153
4.4.3. Содопированные системы на основе BaCeO_3 – BaZrO_3	161
4.4.4. Рекомендации к выбору оптимального электролита на основе BaCeO_3 – BaZrO_3	173
4.5. Композитные электролиты	176
Список литературы	193
Глава 5. ПРИМЕНЕНИЕ В ТВЕРДООКСИДНЫХ	
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ	204
5.1. Датчики водорода и воды	204
5.2. Мембраны, проницаемые по водороду и парам воды.....	207
5.3. Реакторы для получения аммиака.....	211
5.4. Твердооксидные топливные элементы.....	214
Список литературы	232