

## Старение твердых электролитов $\text{La}_x\text{Si}_6\text{O}_{12+1.5x}$ и $\text{La}_x\text{Ge}_6\text{O}_{12+1.5x}$ на воздухе при температуре $800^\circ\text{C}$ в течение 1000 часов

Горшков М.Ю.

аспирант

Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

E-mail: [Gorshkov@ihte.uran.ru](mailto:Gorshkov@ihte.uran.ru)

Силикаты и германаты лантана являются перспективными материалами для среднетемпературных ( $600\text{--}800^\circ\text{C}$ ) топливных элементов (ТЭ) [1], однако требуются сведения о старении этих материалов при рабочих температурах эксплуатации ТЭ.

Для ресурсных испытаний твердых электролитов были взяты изученные ранее оптимальные по электропроводности составы:  $\text{La}_x\text{Si}_6\text{O}_{12+1.5x}$  при  $x = 9,77; 10$  [2] и  $\text{La}_x\text{Ge}_6\text{O}_{12+1.5x}$ , при  $x = 10; 10,11$  [3]. Предварительный синтез  $\text{La}_x\text{Si}_6\text{O}_{12+1.5x}$  проводили по золь-гель технологии при начальной  $T_{\text{синт.}}=1150^\circ\text{C}$ , 20 мин. и конечной  $T_{\text{обж.}}=1650^\circ\text{C}$ , 2 ч. Образцы  $\text{La}_x\text{Ge}_6\text{O}_{12+1.5x}$  спекали по керамической технологии при начальной  $T_{\text{синт.}}=1300^\circ\text{C}$ , 3 ч. и конечной  $T_{\text{обж.}}=1650^\circ\text{C}$ , 3-6 ч. Порошки перетирали в агатовой ступке. Плотность образцов силикатов лантана составила  $\sim 83\%$  от теоретической, германатов  $\sim 93\%$ . Из спеченных таблеток вырезали брусочки размером  $2\times 4\times 15\text{ мм}^3$ . По данным РФА все образцы однофазны и имеют гексагональную структуру.

Электропроводность твердых электролитов систем  $\text{La}_x\text{Si}_6\text{O}_{12+1.5x}$  и  $\text{La}_x\text{Ge}_6\text{O}_{12+1.5x}$  измеряли 4-х зондовым методом на воздухе при температуре  $800^\circ\text{C}$  в течение 1000 часов. В качестве электродов использовали платину. Начальное значение электропроводности образцов принято за 100%, как показано на рисунке.

Для образцов  $\text{La}_{10}\text{Ge}_6\text{O}_{27}$  и  $\text{La}_{10,11}\text{Ge}_6\text{O}_{27+b}$ , обладающих максимальной плотностью, изменения электропроводности за 1000 часов при  $800^\circ\text{C}$  невелики (до 5%). Большой степенью старения (до 9,5%) обладают силикаты составов  $\text{La}_{9,77}\text{Si}_6\text{O}_{27-b}$  и  $\text{La}_{10}\text{Si}_6\text{O}_{27}$  (рис.), что может быть связано с более низкой плотностью данных образцов.

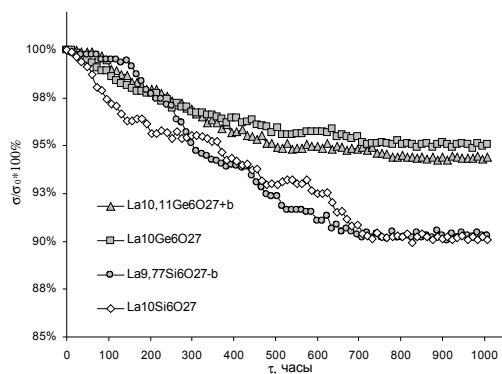


Рис. Относительное изменение электропроводности  $\text{La}_x\text{Si}_6\text{O}_{12+1.5x}$  ( $x=9,77; 10$ ) и  $\text{La}_x\text{Ge}_6\text{O}_{12+1.5x}$  ( $x=10; 10,11$ ) на воздухе при температуре  $800^\circ\text{C}$ .

Германаты лантана достигают насыщения по электропроводности после выдержки 600 часов, а силикаты лантана — после 700 часов (рис.). Подобное изменение электропроводности во времени, по-видимому, связано с процессом установления равновесного состояния электролита.

Впервые проведено исследование старения электролитов на основе силикатов и германатов лантана, показано, что образцы  $\text{La}_x\text{A}_6\text{O}_{12+1.5x}$  ( $A = \text{Si}, \text{Ge}$ ) превышают по электропроводности YSZ-электролит ( $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-}10\%$ ) при температуре  $800^\circ\text{C}$  и являются кислородно-ионными проводниками. Таким образом, данные твердые электролиты можно рассматривать перспективными для использования в электрохимических устройствах, работающих в течение тысяч часов при температурах  $600\text{--}800^\circ\text{C}$ .

Литература:

1. Adachi G., Imanaka N., Tamura S. // Chem. Rev. 2002. V. 102. P. 2405.
2. Горшков М.Ю. и др.// Мат. докл. VIII междунар. совещания по фундаментальным проблемам ионики твердого тела, ИПХФ РАН, Черноголовка, 2006, С. 74.
3. Горшков М.Ю., Неуймин А.Д., Полякова О.Н., Дунюшкина Л.А.// Мат. междунар. конф. студентов и аспирантов по фундаментальным наукам "Ломоносов-2005", МГУ, Москва, 2005, Т. С. 155.